LES PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES

Grandes cultures

Agriculture Canada

Ministry of Agriculture and Food
Ontario

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation

ENVIRONMENTAL CHOICE · CHOIX ENVIRONNEMENTAL ·
M

Over 50% recycled paper
including
10% post-consumer fibre.
Plus de 50 p. 100 de papier
recyclé dont 10 p. 100 fibres
post-consommation.

M – Official mark of Environment Canada
M – Marque officielle d'Environnement Canada

104-01630/

Pour réussir dans ce monde où les marchés sont en continuelle évolution, il faut savoir demeurer à la fine pointe des nouvelles connaissances en matière d'environnement. Les PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES dont il est question dans ce fascicule sont le résultat de nombreuses recherches et expériences menées à la ferme. Nous avons tenté de rassembler les pratiques les plus à jour et de les expliquer le plus clairement possible. L'information sur le sujet se veut aussi neutre et impartiale que possible afin que chaque agriculteur puisse choisir les systèmes qui conviennent à sa propre exploitation du point de vue environnement et affaires.

Chaque fascicule contient les composantes suivantes : une introduction sur le sujet, une explication sur les préoccupations environnementales et de gestion, une liste des divers choix disponibles, des conseils pratiques et des références sur le sujet traité.

Pour mieux vous y retrouver, nous avons inclus dans chaque fascicule un guide des principaux objectifs environnementaux et d'affaires dont il est mention dans le Manuel de pratiques de gestion optimales. Pour de plus amples renseignements, consultez la table des matières et la liste des références à la fin de chaque fascicule.

Le manuel de pratiques de gestion optimales comprend cinq fascicules que vous aimeriez peut-être vous procurer.

FASCICULE 1. Les pratiques de gestion optimales - Aperçu - Solutions pratiques aux problèmes de sol et d'eau

FASCICULE 2. Les pratiques de gestion optimales - Gestion des fumiers

FASCICULE 3. Les pratiques de gestion optimales - Grandes cultures

FASCICULE 4. Les pratiques de gestion optimales - Cultures horticoles

FASCICULE 5. Les pratiques de gestion optimales - Gestion de l'agroforesterie et de l'habitat

Planification vers des changements

Une planification efficace exige la considération systématique de trois facteurs-clés : les buts de l'exploitation, les implications financières et les impacts sur l'environnement. L'agriculteur qui veut mettre en valeur l'environnement tout en respectant les buts de son exploitation doit absolument avoir une approche compréhensive du sujet.

La planification permet la poursuite à la fois de buts agricoles et environnementaux. Lorsqu'il y a concurrence entre les buts dictés par l'environnement et ceux dictés par l'exploitation, la planification indique les compromis pouvant s'avérer efficaces. Les pratiques de gestion optimales sont une composante essentielle de la conception d'un plan visant une agriculture durable. Vous trouverez dans ce manuel des références d'accès rapide en matière de conservation et d'environnement.

104-01630/

Pour réussir dans ce monde où les marchés sont en continuelle évolution, il faut savoir demeurer à la fine pointe des nouvelles connaissances en matière d'environnement. Les PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES dont il est question dans ce fascicule sont le résultat de nombreuses recherches et expériences menées à la ferme. Nous avons tenté de rassembler les pratiques les plus à jour et de les expliquer le plus clairement possible. L'information sur le sujet se veut aussi neutre et impartiale que possible afin que chaque agriculteur puisse choisir les systèmes qui conviennent à sa propre exploitation du point de vue environnement et affaires.

Chaque fascicule contient les composantes suivantes : une introduction sur le sujet, une explication sur les préoccupations environnementales et de gestion, une liste des divers choix disponibles, des conseils pratiques et des références sur le sujet traité.

Pour mieux vous y retrouver, nous avons inclus dans chaque fascicule un guide des principaux objectifs environnementaux et d'affaires dont il est mention dans le Manuel de pratiques de gestion optimales. Pour de plus amples renseignements, consultez la table des matières et la liste des références à la fin de chaque fascicule.

Le manuel de pratiques de gestion optimales comprend cinq fascicules que vous aimeriez peut-être vous procurer.

FASCICULE 1. Les pratiques de gestion optimales - Aperçu - Solutions pratiques aux problèmes de sol et d'eau

FASCICULE 2. Les pratiques de gestion optimales - Gestion des fumiers

FASCICULE 3. Les pratiques de gestion optimales - Grandes cultures

FASCICULE 4. Les pratiques de gestion optimales - Cultures horticoles

FASCICULE 5. Les pratiques de gestion optimales - Gestion de l'agroforesterie et de l'habitat

Planification vers des changements

Une planification efficace exige la considération systématique de trois facteurs-clés : les buts de l'exploitation, les implications financières et les impacts sur l'environnement. L'agriculteur qui veut mettre en valeur l'environnement tout en respectant les buts de son exploitation doit absolument avoir une approche compréhensive du sujet.

La planification permet la poursuite à la fois de buts agricoles et environnementaux. Lorsqu'il y a concurrence entre les buts dictés par l'environnement et ceux dictés par l'exploitation, la planification indique les compromis pouvant s'avérer efficaces. Les pratiques de gestion optimales sont une composante essentielle de la conception d'un plan visant une agriculture durable. Vous trouverez dans ce manuel des références d'accès rapide en matière de conservation et d'environnement.

Où trouver les réponses

Légende

FASCICULE 2:
▶ Gestion des fumiers

FASCICULE 3:
▸ Grandes cultures

FASCICULE 4:
▸ Cultures horticoles

FASCICULE 5:
▶ Gestion de l'agroforesterie et de l'habitat

Épargnez de l'argent

ÉCONOMISER LES ENGRAIS:
- ▸ ▸ Gestion des éléments nutritifs
- ▶ Entreposage et manutention des fumiers
- ▶ ▸ Systèmes d'épandage des fumiers
- ▸ ▸ Plantes couvre-sol et rotation des cultures
- ▸ ▸ ▶ ▶ Maîtrise de l'érosion du sol (voir Épargnez le sol)

ÉCONOMISER LES PESTICIDES:
- ▸ ▸ Lutte antiparasitaire

SUPPRIMER LA REPLANTATION:
- ▸ ▸ ▶ ▶ Maîtrise de l'érosion du sol (voir Épargnez le sol)

ÉCONOMISER L'ENERGIE:
- ▸ ▸ Choix des travaux du sol
- ▶ Brise-vent et bandes boisées
- ▶ Gestion des lots boisés

ÉCONOMISER LES COÛTS DE CONSTRUCTION:
- ▶ Gestion des plantations et des lots boisés

OPTIMISER LA GESTION DU TEMPS:
- ▸ ▸ Choix des travaux du sol
- ▶ Entrepossage et manutention des fumiers
- ▶ ▸ Systèmes d'épandage des fumiers
- ▸ ▸ Rotation des cultures
- ▶ Gestion des lots boisés

AUGMENTER LES RENDEMENTS:
- ▸ ▸ Choix des travaux du sol
- ▸ ▸ Rotation des cultures
- ▸ ▸ ▶ ▶ Maîtrise de l'érosion du sol (voir Épargnez le sol)
- ▶ Brise-vent et bandes boisées
- ▸ ▸ ▸ Amélioration de la structure du sol

Épargnez le sol

MAÎTRISER L'ÉROSION HYDRIQUE:
- ▸ ▸ Plantes couvre-sol et rotation des cultures
- ▸ Structures, i.e. terrasses, voies d'eau engazonnées, etc.
- ▸ ▸ Drainage souterrain
- ▸ Culture en bandes
- ▸ ▶ Bandes tampons
- ▸ Culture selon les courbes de niveau
- ▸ Tournières engazonnées
- ▸ ▸ Choix des travaux du sol
- ▶ Culture intercalaire
- ▶ Mise à la retraite des terres fragiles

AMÉLIORER LA STRUCTURE DU SOL ET RÉDUIRE LE COMPACTAGE:
- ▸ ▸ Plantes couvre-sol et rotation des cultures
- ▸ ▸ Drainage souterrain
- ▸ Tournières engazonnées
- ▸ ▸ Choix des travaux du sol
- ▸ ▶ Épandage convenable des fumiers

MAÎTRISER L'ÉROSION ÉOLIENNE:
- ▶ Brise-vent et clôtures naturelles
- ▸ Abrivents végétaux
- ▸ ▸ Plantes couvre-sol
- ▸ ▸ Choix des travaux du sol
- ▸ ▸ Culture en bandes

RETIRER LES TERRES FRAGILES:
- ▶ Reboisement
- ▸ ▶ Bandes tampons
- ▸ Pose de clôtures pour empêcher le bétail d'accéder aux cours d'eau
- ▶ Culture intercalaire et sylvipâture

PROTÉGER LES BERGES:
- ▸ ▶ Bandes riveraines
- ▸ Proctection des sorties de drains
- ▸ Enrochement des berges
- ▶ Habitat pour animaux sauvages
- ▸ Traverse à faible courant pour animaux et machinerie

SOULAGER LA TRANSLOCATION DU SOL DUE AUX TRAVAUX DU SOL:
- ▶ Reboisement et culture intercalaire
- ▸ ▸ Choix des travaux du sol
- ▸ ▸ Plantes couvre-sol et rotation des cultures
- ▸ Culture selon les courbes de niveau
- ▸ Culture en bandes

Épargnez l'eau

ABAISSER LES TAUX DE NITRATES:
- ▶ Entreposage de fumiers
- ▶ ▸ Épandage des fumiers
- ▶ Entreposage et traitement des eaux usées de laiterie
- ▸ ▸ Gestion des éléments nutritifs
- ▸ ▸ Plantes couvre-sol et rotation des cultures

ABAISSER LES TAUX DE PHOSPHATE:
- ▶ Entreposage des fumiers
- ▶ ▸ Épandage des fumiers
- ▶ Entreposage et traitement des eaux usées de laiterie
- ▸ ▸ Gestion des éléments nutritifs
- ▸ ▸ ▶ ▶ Maîtrise de l'érosion du sol (voir Épargnez le sol)

RÉDUIRE LES PERTES DE SÉDIMENTS:
- ▸ ▸ ▶ ▶ Maîtrise de l'érosion du sol (voir Épargnez le sol)

ABAISSER LES COMPTES DE BACTÉRIES:
- ▶ Entreposage et manutention des fumiers
- ▶ ▸ Systèmes d'épandage des fumiers
- ▶ Entreposage et traitement des eaux usées de laiterie
- ▸ Pose de clôtures pour empêcher le bétail d'accéder aux cours d'eau
- ▸ Traverse à faible courant pour bétail

GESTION DES PESTICIDES:
- ▸ ▸ Lutte antiparasitaire
- ▸ ▸ ▶ ▶ Maîtrise de l'érosion du sol (voir Épargez le sol) pour Pesticides liés au sol

APPROVISIONNEMENT ADÉQUAT EN EAU:
- ▸ ▸ Drainage souterrain
- ▸ Gestion de l'irrigation et de la nappe d'eau
- ▸ ▸ Conservation de l'eau-Gestion des résidus
- ▶ Conservation de l'eau-Préservation des arbres

Table des matières

4 **INTRODUCTION**

11 **PRINCIPES DE BASE**
11 Gestion du sol
17 Gestion des résidus
22 Rotation des cultures et plantes couvre-sol
25 Gestion des éléments nutritifs
32 Lutte antiparasitaire
39 Planification des cultures et tenue des registres

40 **APPRÉHENDER LA NOUVEAUTÉ**
40 Une étude systématique

42 **SYSTÉME DE TRAVAIL DU SOL – TRADITIONNEL**
42 Gestion du sol
44 Gestion des résidus
44 Rotation des cultures
44 Gestion des éléments nutritifs
45 Lutte antiparasitaire
45 Machinerie
53 Guide de dépannage

54 **SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – DÉCHAUMAGE AU CHISEL**
54 Gestion du sol
55 Gestion des résidus
55 Rotation et plantes couvre-sol
57 Gestion des éléments nutritifs
58 Lutte antiparasitaire
60 Machinerie
68 Comment s'y prendre
72 Guide de dépannage

74 **SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS**
76 Gestion du sol
78 Gestion des résidus
79 Rotation des cultures
81 Gestion des éléments nutritifs
83 Lutte antiparasitaire
88 Machinerie
99 Comment s'y prendre
101 Étude de cas - semis direct
103 Étude de cas - semis sur billons
106 Guide de dépannage

110 **TRAVAUX DE CONSERVATION**

112 **TRAVAUX DE CONSERVATION – PRATIQUES CULTURALES**
112 Culture en rangs isohypses
113 Culture en bandes contre le vent

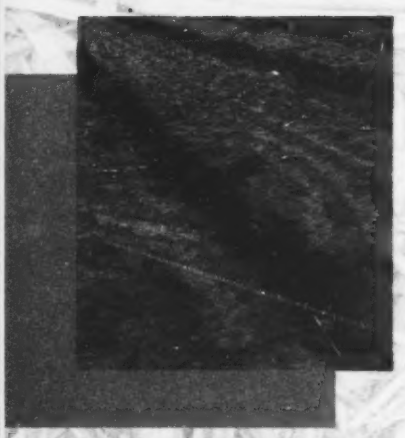
116 **TRAVAUX DE CONSERVATION – STRUCTURES POUR LES TERRES AGRICOLES**
116 Gestion du drainage et de la nappe phréatique
116 Terrasses
118 Bassin de captage
118 Terrasses avec fossé intercepteur
119 Voies d'eau engazonnées

120 **TRAVAUX DE CONSERVATION – STRUCTURES POUR LES COURS D'EAU**
120 Stabilisation des berges des cours d'eau
123 Protection des sorties de drainage souterrain
123 Clôturage des fossés et passages à niveau
124 Traverse de machinerie
125 Retrait d'exploitation des terres fragiles ou marginales

128 **ÉTUDE DE CAS**

RÉFÉRENCES ET RESSOURCES

GRANDES CULTURES



Le labour traditionnel laisse moins de 30 % de la surface du sol couverte de résidus.

Le déchaumage au chisel laisse plus de 30% de la surface du sol couverte de résidus.

INTRODUCTION

Produire de hauts rendements a toujours été un aspect important de l'agriculture. Lorsque le coût des intrants était faible par rapport aux revenus générés par les cultures, la meilleure façon de cultiver était de fertiliser en vue d'obtenir des rendements optimaux, et même d'en remettre un peu plus. On croyait alors qu'il y avait plus à perdre à ne pas fertiliser assez qu'à trop fertiliser.

Avec l'augmentation des coûts des fertilisants, du carburant et des autres intrants, sans aucune mesure avec l'augmentation des prix de vente, l'optique s'est trouvée modifiée. Les intrants font désormais l'objet d'une surveillance très stricte qui vise à s'assurer que leur coût demeure en-deça du rendement de chaque unité de production. Les rendements les meilleurs ne s'assortissent pas nécessairement des profits les plus grands.

Ces dernières années, la perspective s'est élargie pour faire intervenir dans l'équation les facteurs environnementaux. Il est désormais inadmissible de ne pas tenir compte des effets hors ferme de nos pratiques agricoles.

Les pratiques de gestion optimales sont des outils pour atteindre les objectifs de l'agriculture d'aujourd'hui. Pour qu'une méthode culturale soit considérée comme une pratique de gestion optimale, elle doit maintenir ou augmenter le rendement des cultures tout en minimisant l'impact sur l'environnement. Il n'existe pas de système unique qui convienne à toutes les fermes. Les pratiques appropriées pour votre ferme dépendent des lacunes et des atouts qui lui sont propres.

La première partie de ce fascicule vous aidera à comprendre les notions de base en matière notamment de gestion des sols, de gestion des résidus, de rotation des cultures, de gestion des pesticides et de gestion des éléments nutritifs. Elle propose également une manière systématique d'envisager le changement. Les trois sections suivantes portent sur différentes méthodes de travail du sol : le labour traditionnel, le déchaumage au chisel et le semis direct ou sur billons. Enfin, ce fascicule propose d'autres travaux de conservation propices à l'amélioration de l'environnement.

Loin d'épuiser le sujet, ce fascicule présente des notions de base et propose des ouvrages de référence pour qui veut en savoir plus long.

Certains termes utilisés dans ce fascicule peuvent être mal connus. Aussi, afin d'éviter toute confusion, voici comment nous définissons les différents systèmes de travail du sol :

Labour traditionnel : Tout système qui a pour but d'enterrer les résidus et qui de ce fait laisse moins de 30% de la surface du sol couverte de résidus (ou de restes de cultures) après les semis. Ce système repose habituellement sur l'utilisation de la charrue à versoirs et de différents outils aratoires.

Déchaumage au chisel : Tout système prévoyant un travail du sol entre la récolte d'une culture et l'implantation d'une autre. Dans ce cas toutefois, plus de 30% de la surface du sol est laissée couverte de résidus après le semis. L'outillage courant comprend la charrue chisel, le pulvériseur déporté ou une charrue à versoirs modifiée. On appelle aussi ce système travail réduit, travail minimal ou travail de conservation du sol.

Semis direct : Tout système dans lequel le sol n'est pas travaillé entre la récolte d'une culture et l'implantation de la culture suivante. Un certain travail du sol peut être effectué par des outils attachés au semoir pour assurer le bon positionnement des semences.

Semis sur billons : Forme particulière de semis direct où les semis se font sur des billons préalablement formés. Un sarclage entre les rangs est effectué après la levée pour réprimer les mauvaises herbes et reformer les billons.

Voici différentes raisons qui justifient un changement de pratiques culturales : économiser de l'argent, augmenter les rendements, gagner du temps, réduire le besoin de main-d'oeuvre, résoudre des problèmes d'érosion ou réduire l'usage des pesticides. Quelle que soit la raison du changement, celui-ci doit passer par une réflexion sur votre situation actuelle et vos objectifs. Une fois cette réflexion faite, vous trouverez dans ce fascicule un aperçu des possibilités qui s'offrent à vous. Bonne chance!

On entend par «semis direct» tout système dans lequel le sol n'est pas travaillé entre la récolte d'une culture et l'implantation de la culture suivante.

RAISONS JUSTIFIANT UN CHANGEMENT DE SYSTEME

Facteurs propres à la ferme

Les **pertes de sol** dues à l'érosion représentent aussi une perte économique du fait qu'elles privent le sol de sa couche superficielle, la plus productive, pour exposer les couches inférieures moins productives qui renferment moins de matière organique et moins d'éléments nutritifs biodisponibles. Les pertes de sol risquent donc de causer des diminutions de rendement. Le sol érodé doit être enrichi par des apports importants de fertilisants, sans compter qu'il est difficile à gérer du fait de sa structure qui se trouve affaiblie par un manque de matière organique. Ce gaspillage d'une ressource fondamentale que constituent les pertes de sol se répercute sur la productivité future de la ferme.

Pour plus d'information, consulter la section sur les travaux de conservation.

Suivant le système de semis sur billons, les semis se font sur des billons préalablement formés.

Le **rendement** est influencé par de nombreux facteurs : la productivité du sol, le type de sol, le drainage, le climat, la génétique de la plante et la gestion de la ferme. Les solutions optimales pour améliorer les rendements varient non seulement d'un champ à l'autre mais également au sein d'un même champ. Quand vous optez pour un système de travail du sol, rappelez-vous de ce qui suit:

- Des rendements plus faibles ne signifient pas nécessairement moins de profits. Il faut tenir compte des exigences de temps, du coût de l'équipement, des intrants et des efforts de gestion, qui ne sont pas les mêmes pour tous les systèmes.
- Le tableau (ci-dessous) résume la recherche comparant les rendements du maïs que procurent différents systèmes de travail du sol. Ces résultats varient suivant les cultures et les méthodes de gestion.

INDICE DE RENDEMENT DU MAÏS

	DÉCHAUMAGE AU CHISEL	SEMIS DIRECT
	98	105
	99	97
	96	104
	92	94

Moyenne sur cinq ans. (Charrue à versoirs = 100)
Source : Tillage 2000 - 1991 Report

Le **coût des intrants** au titre notamment de la main-d'oeuvre, du carburant et de la machinerie s'abaisse à mesure que diminue le travail du sol. La réduction des intrants permet d'économiser de l'argent et des ressources. Moins de passages lors des semis augmente la productivité et facilite l'ensemencement au bon moment.

Il se peut qu'à court terme, la réduction du travail du sol oblige à recourir davantage aux herbicides pour suppléer, au printemps, au désherbage mécanique.

Un changement de la méthode de travail du sol amène aussi un changement dans les espèces de mauvaises herbes à réprimer, d'où l'éventuelle nécessité de modifier le programme d'épandage des herbicides. Avec le temps toutefois et une gestion attentive, on aura moins recours aux herbicides. Dans un système de semis sur billons, l'épandage en rangs des herbicides permet de réduire le taux d'application de moitié et même des deux tiers.

Moins il y a de passages de machinerie lors des semis, moins les besoins de main-d'oeuvre sont grands. Les systèmes de semis direct et de semis sur billons exigent du tiers à la moitié moins de main-d'oeuvre que le labour traditionnel. Les besoins en main-d'oeuvre associés au déchaumage au chisel représentent 75% de ce qu'ils sont pour le labour traditionnel.

À long terme, la réduction du travail du sol amène une diminution des coûts d'investissement. En réduisant le travail du sol, le besoin en gros équipement se trouve aussi réduit. Dans un système de semis

direct ou de semis sur billons, il suffit que le tracteur soit assez puissant pour tirer le semoir (ou la boîte à grains). Lorsqu'ils changent de système, la plupart des agriculteurs gardent leurs charrues jusqu'à ce que le nouveau système ait fait ses preuves. Tôt ou tard, ils ont la chance de vendre l'équipement désuet. Lorsque vient le temps de remplacer une vieille charrue, l'occasion est tout indiquée pour affecter l'argent prévu pour la nouvelle charrue à l'achat d'équipement adapté au nouveau système de travail du sol.

Il est bon de louer ou d'emprunter de l'équipement pour s'en faire une idée avant de se lancer dans des investissements.

Outillage nécessaire selon les systèmes de travail du sol :

- La machinerie nécessaire au labour traditionnel comprend la charrue à versoirs, le pulvériseur et le cultivateur.
- La transition au déchaumage au chisel exige l'achat d'une charrue chisel ou d'un pulvériseur déporté. Si la couche de résidus est épaisse, il se peut qu'il faille apporter des modifications à l'équipement servant au travail du sol et aux semis. Par exemple, l'installation de déblayeurs de rang pour écarter les résidus devant les unités de semis.
- Passer du déchaumage au chisel aux semis directs exige de se doter d'un semoir au bâti plus robuste et plus lourd, muni de coutres et de déblayeurs de rang et pourvu de ressorts pour une meilleure pression vers le sol. L'achat d'un nouveau semoir devient parfois nécessaire.
- L'adoption du système de semis sur billons oblige à munir le semoir de décapeurs pour nettoyer le dessus du billon. Les systèmes de roues-guides ou de guidage automatique maintiennent le semoir sur le billon. On utilise des sarcleurs spéciaux entre les billons durant la période de croissance. Pour éviter le passage sur les billons, il faut modifier l'écartement des roues de tous les appareils.

La **consommation d'énergie** baisse avec la réduction du travail du sol. Pour plus de détails, voir le tableau qui suit.

	NCE DIESEL PAR HECTARE POUR CHAQUE SYSTÈME		
	CHISEL	*PULVÉRISEUR*	*SEMIS DIRECT*
	–	–	–
	11	–	–
	6	6	–
	6	6	–
	1	1	1
	4	4	5
	4	4	–
	15	12	6
	47	**33**	**12**

INDICE DE RENDEMENT DU MAÏS

TYPE DE SOL	DÉCHAUMAGE AU CHISEL	SEMIS DIRECT
SABLE	98	105
LOAM	99	97
LOAM ARGILEUX	96	104
ARGILE	92	94

Moyenne sur cinq ans. Charrue à versoirs = 100
Source : Tillage 2000 - 1991 Rapport

Il est bon de louer ou d'emprunter de l'équipement pour s'en faire une idée avant de se lancer dans des investissements.

BESOINS ÉNERGÉTIQUES DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES

ACTIVITÉ	NB. DE LITRES D'ESSENCE DIESEL PAR HECTARE POUR CHAQUE SYSTEME			
	TRADITIONNEL	*CHISEL*	*PULVERISEUR*	*SEMIS DIRECT*
CHARRUE À VERSOIRS	17	–	–	
CHARRUE CHISEL	–	11	–	
PULVÉRISEUR	6	6	6	
INCORPORATION D'HERBICIDES	6	6	6	
PULVÉRISATION D'HERBICIDES	1	1	1	1
SEMIS	4	4	4	5
TRAVAIL DU SOL (CHAQUE FOIS)	4	4	4	
MACHINERIE ET RÉPARATIONS	17	15	12	6
TOTAL	**56**	**47**	**33**	**12**

FACTEURS EXTÉRIEURS À LA FERME

Sédiments

Les sédiments, ou le sol érodé, déposés dans les cours d'eau de l'Ontario sont un fardeau pour tous. Financièrement, ce problème accroît les coûts d'entretien des drains et des canaux maritimes. Du point de vue environnemental, les sédiments peuvent polluer et nuire à la vie récréative et aquatique.

Les sédiments contiennent aussi les éléments nutritifs du sol et, pendant la saison d'arrosage, des résidus de pesticides qui peuvent contaminer l'eau de surface. Là où l'eau s'accumule, au bas d'une pente par exemple, une forte concentration de pesticides peut être toxique pour les cultures.

Des sytèmes de travail du sol qui atténuent l'érosion du sol réduisent la sédimentation. Pour plus d'information, consulter la section sur les options sans travail du sol.

Éléments nutritifs

Il peut y avoir des pertes d'éléments nutritifs, quel que soit le sol, si le taux d'application des fertilisants est trop élevé. L'azote peut se perdre par lessivage, ce qui contamine l'eau souterraine. Les phosphates et le potassium peuvent gagner l'eau de surface, emportés par les particules de sol soumises à l'érosion. Des quantités trop élevées de phosphates sont particulièrement menaçantes pour les cours d'eau.

Les systèmes de travail du sol qui laissent beaucoup de résidus en surface réduisent les pertes d'éléments nutritifs causées par l'érosion. Sans compter que les résidus limitent aussi le ruissellement.

Les pertes de nitrate sont dues à un apport d'azote (sous forme de fumier, d'engrais ou de résidus de légumineuses) supérieur aux besoins des cultures.

Pesticides

Voici comment peut se produire la contamination par les pesticides: les dérives, le déversement proche des puits ou cours d'eau, une élimination inadéquate des déchets, les travaux agricoles responsables du ruissellement ou de l'infiltration vers les tuyaux de drainage et l'eau souterraine.

Des analyses des principaux cours d'eau de l'Ontario révèlent que nos rivières renferment peu de pesticides. Ceux-ci n'en sont pas moins présents. Certains le sont durant la saison des pulvérisations, d'autres, comme l'atrazine, le sont à longueur d'année. Les méthodes les plus efficaces pour maîtriser les pertes de pesticides consistent à gérer le sol de façon à réduire le ruissellement, à prendre davantage de précautions lors de la manipulation des pesticides afin d'éviter les déversements, à bien calibrer le pulvérisateur et à respecter les taux recommandés.

Les particules de sol emportées par le ruissellement peuvent entraîner des éléments nutritifs et des pesticides dans les cours d'eau.

AVANTAGES ET DÉSAVANTAGES DES SYSTÈMES DE TRAVAIL DU SOL

	AVANTAGES	DÉSAVANTAGES
LABOUR TRADITIONNEL	• Système connu de la plupart des agriculteurs et machinerie facilement disponible. • Incorporation du fumier sans outillage spécialisé. • Réchauffement du sol au printemps plus rapide que lorsque le sol est moins travaillé. • Sol soumis au maximum à l'action du gel ce qui brise le sol en agrégats plus petits. • Évaporation d'eau plus importante du fait de la moins grande quantité de résidus en surface, d'où la possibilité d'un semis plus hâtif dans les sols mal drainés.	• Exigence accrue au niveau de l'outillage comparativement aux systèmes de travail réduit. • Vulnérabilité du sol à l'encroûtement et aux érosions éolienne et hydrique du fait de la faible quantité de résidus laissés à la surface du sol. • Stimulation des mauvaises herbes et abaissement du niveau de matière organique en raison du travail du sol. • Risques de compactage et de formation de semelles de labour si le sol est travaillé lorsqu'il est mouillé. • Risques de baisse de rendement causée par la forte évaporation pendant la saison de croissance du fait du manque de résidus.
DÉCHAUMAGE AU CISEL	• Essentiellement les mêmes avantages que ceux du labour traditionnel. • Réduction de l'érosion et du ruissellement grâce aux résidus laissés à la surface du sol. • Économies de main-d'œuvre et de temps par rapport au labour traditionnel. • Réduction des coûts grâce à la diminution du nombre de passages de la machinerie. • Même niveau de compétence exigé que pour le labour traditionnel.	• Stimulation des mauvaises herbes du fait du travail du sol. • Ralentissement du réchauffement du sol au printemps à cause de l'épaisse couche de résidus. • Inefficacité du travail primaire du sol si le sol est mouillé. • Obligation de modifier le semoir afin qu'il puisse négocier les résidus.
SEMIS DIRECT OU SUR BILLONS	• Diminution des intrants et des dépenses en immobilisations. • Importante réduction de la main-d'œuvre et du temps par acre. • Amélioration de la structure du sol par l'apport de matière organique près de la surface. • Réduction considérable de l'érosion en raison de l'épaisse couche de résidus. • Amélioration de la structure du sol et accélération de la dégradation des pesticides par une plus grande activité biologique dans le sol.	• Ralentissement du réchauffement du sol du fait de l'épaisse couche de résidus. • Variabilité des résultats selon les caractéristiques du sol. • Difficulté de travailler avec le fumier. • Compétence en gestion supérieure à la moyenne.

AVANTAGES ET DÉSAVANTAGES DES SYSTÈMES DE TRAVAIL DU SOL

	AVANTAGES	DÉSAVANTAGES
LABOUR TRADITIONNEL	• Système connu de la plupart des agriculteurs et machinerie facilement disponible. • Incorporation du fumier sans outillage spécialisé. • Réchauffement du sol au printemps plus rapide que lorsque le sol est moins travaillé. • Sol soumis au maximum à l'action du gel, ce qui brise le sol en agrégats plus petits. • Évaporation d'eau plus importante du fait de la moins grande quantité de résidus en surface, d'où la possibilité d'un semis plus hâtif dans les sols mal drainés.	• Exigence accrue au niveau de l'outillage comparativement aux systèmes de travail réduit. • Vulnérabilité du sol à l'encroûtement et aux érosions éolienne et hydrique du fait de la faible quantité de résidus laissés à la surface du sol. • Stimulation des mauvaises herbes et abaissement du niveau de matière organique en raison du travail du sol. • Risques de compactage et de formation de semelles de labour si le sol est travaillé lorsqu'il est mouillé. • Risques de baisse de rendement causée par la forte évaporation pendant la saison de croissance du fait du manque de résidus.
DÉCHAUMAGE AU CHISEL	• Essentiellement les mêmes avantages que ceux du labour traditionnel. • Réduction de l'érosion et du ruissellement grâce aux résidus laissés à la surface du sol. • Économies de main-d'oeuvre et de temps par rapport au labour traditionnel. • Réduction des coûts grâce à la diminution du nombre de passages de la machinerie. • Même niveau de compétence exigé que pour le labour traditionnel.	• Stimulation des mauvaises herbes du fait du travail du sol. • Ralentissement du réchauffement du sol au printemps à cause de l'épaisse couche de résidus. • Inefficacité du travail primaire du sol si le sol est mouillé. • Obligation de modifier le semoir afin qu'il puisse négocier les résidus.
SEMIS DIRECT OU SUR BILLONS	• Diminution des intrants et des dépenses en immobilisations. • Importante réduction de la main-d'oeuvre et du temps par acre. • Amélioration de la structure du sol par l'apport de matière organique près de la surface. • Réduction considérable de l'érosion en raison de l'épaisse couche de résidus. • Amélioration de la structure du sol et accélération de la dégradation des pesticides par une plus grande activité biologique dans le sol.	• Ralentissement du réchauffement du sol du fait de l'épaisse couche de résidus. • Variabilité des résultats selon les caractéristiques du sol. • Difficulté de travailler avec le fumier. • Compétence en gestion supérieure à la moyenne.

COÛTS D'APPRENTISSAGE

Les coûts d'apprentissage sont le résultat de l'inexpérience dans l'utilisation d'un système de travail du sol. Ils peuvent être attribuables à de mauvaises décisions ou à l'échec de certaines tâches essentielles au succès du système. Il est des erreurs coûteuses par le temps qu'elles bouffent ou par leur influence sur les rendements. Étudiez bien le système avant de l'adopter. Il vous faudra sûrement investir un peu de temps au départ, mais vous éviterez ainsi bien des écueils.

On sait par expérience qu'il vaut mieux faire preuve de modération au début et attendre que le nouveau système ait fait ses preuves avant d'y aller à fond de train. Un spécialiste disait d'ailleurs à ce sujet : «Une grosse erreur sur une petite superficie est une petite erreur, mais une petite erreur sur une grande superficie est une grosse erreur.»

Exemples de coûts d'apprentissage :

- Tenter de semer sur la crête des billons sans roues-guides. Le jour où vous voudrez semer, il sera trop tard pour vous apercevoir que le semoir ne reste pas sur le dessus des billons.
- Mettre à l'épreuve la méthode du semis direct dans une épaisse couche de résidus de maïs sans coutres à haute performance.
- Devoir faire un passage de machinerie supplémentaire pour éliminer les billons et les mottes laissés par un mauvais labour avec la charrue à versoirs.

Avant de choisir un système de travail du sol, posez-vous les questions suivantes:

- Ce système convient-il à ma culture et à mon élevage?
- D'autres mesures de lutte contre l'érosion sont-elles nécessaires?
- Ce système convient-il à mon sol?
- Est-ce que ce système est compatible avec les facteurs propres et extérieurs aux fermes de ma région?
- Ai-je les moyens d'apporter les changements nécessaires et d'acheter l'équipement?
- Est-ce que j'ai les compétences voulues pour faire fonctionner le système?
- Est-ce que je peux obtenir la formation, les conseils et les renseignements nécessaires à mon perfectionnement?
- Y a-t-il quelqu'un qui ait obtenu de bons résultats avec ce système à qui je puisse m'adresser?

Une fois bien préparé et après une mûre réflexion, l'agriculteur est à même de choisir le système de gestion qui convient le mieux à sa terre.

PRINCIPES DE BASE

GESTION DU SOL

L'objectif de chaque agriculteur est d'avoir des sols sains et productifs, des sols :

- qui donnent continuellement de hauts rendements,
- qui sont le moins possible soumis aux érosions éolienne et hydrique, et
- qui souffrent de pertes minimes d'éléments nutritifs ou de pesticides.

Le schéma (ci-contre) montre un sol en santé et productif.

À la surface:

- Le sol est couvert de résidus de cultures qui le protègent des érosions éolienne et hydrique et qui ralentissent la perte d'humidité durant la période de croissance.
- La pluie s'infiltre dans le sol aussitôt tombée et ne stagne pas à la surface.

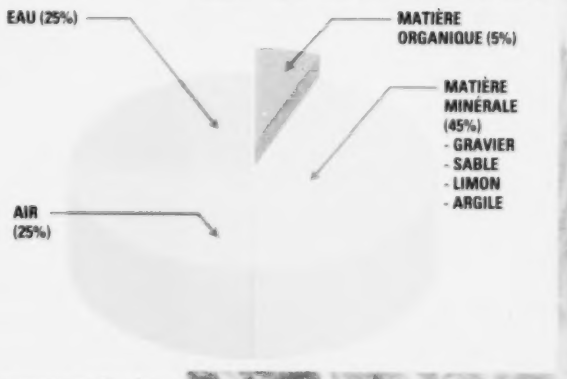
Un sol bien géré renferme toute une gamme d'organismes vivants.

Sous la surface:

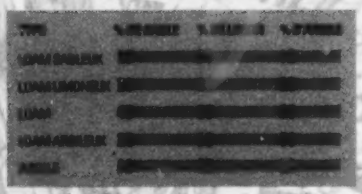
- Le sol favorise le développement des racines grâce à une bonne répartition des pores de diamètres différents.
- La matière organique aide à retenir l'humidité.
- Le sol est suffisamment fertile.
- La matière organique et la vie dans le sol (micro-organismes, champignons, vers de terre, insectes, etc.) favorisent le cycle des éléments nutritifs.

Étudions de plus près de quoi se compose le sol. Une pleine pelletée de terre devrait contenir les quatre éléments suivants :

- matière minérale;
- air;
- eau; et
- matière organique.



Composantes d'un loam bien structuré



Ce sont là des exemples de sols de textures différentes. Pour une même texture, le pourcentage de sable, de limon et d'argile peut varier.

TEXTURE DU SOL

La plus grande partie du sol, environ 45 % de son volume, est constituée de matière minérale. C'est ce que vous pouvez voir et toucher. Sable, loam sableux, loam argileux, argile et autres renvoient à la texture du sol. Celle-ci est déterminée par la proportion relative du sable, du limon et de l'argile. Le tableau (ci-contre) présente des exemples de pourcentages pour cinq différents types de sol.

Idéalement, environ la moitié du sol devrait renfermer des vides occupés à parts égales par l'eau et par l'air. Le volume de cet espace libre, ou espace poral, constitue la porosité du sol. Cette dernière dépend de deux facteurs : la texture du sol et la structure du sol. La grosseur des particules, ou la texture, influence le volume d'espace poral, car de grosses particules, comme le sable, créent des pores plus grossiers que les petites particules, telle l'argile. Le sol idéal est un loam qui renferme une quantité équivalente des trois types de particules.

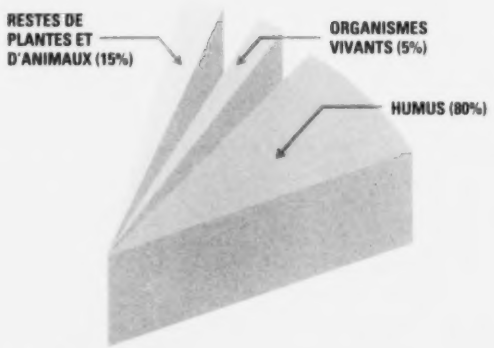
STRUCTURE DU SOL

La structure du sol est déterminée par les particules minérales et organiques liées entre elles par des substances collantes et agglomérantes (argile et matière organique décomposée) pour former des agrégats de sol. Dans des sols sains, les agrégats humides se tiennent ensemble, résistant ainsi au vent e à l'eau, d'où une diminution des risques d'érosion et d'encroûtement.

Les agrégats devraient être de dimensions variées et être séparées par des pores, afin d'assurer le développement des racines et la circulation de l'air. Un sol argileux, avec une bonne structure, peut être plus poreux qu'un sol sableux. Quand vous écrasez dans vos mains un sol doté d'une bonne structure, s'effrite rapidement. On trouve habituellement de tels sols le long des clôtures, dans les bois et dans les champs de fourrages.

Le dernier élément du sol, à peu près 5 %, est constitué de matière organique. Environ 80% de la matière organique est stable, donc ne se décompose pas facilement. Cette partie permet au sol de reten l'eau et les éléments nutritifs et d'atténuer l'érosion. Grâce à elle, le sol est propice à la vie et plus facile travailler (elle améliore la structure du sol).

Quinze pour cent de la matière organique est constituée de restes de plantes et d'animaux et peut se décomposer rapidement. La tranche qui reste est composée d'organismes vivants comme les vers de terre, les insectes, les micro-organismes et les nématodes, pour n'en nommer que quelques uns.



Composition de la matière organique.

Les vers de terre et les insectes aident à briser les gros morceaux de résidus de plantes afin que les micro-organismes puissent continuer à les décomposer. Les vers de terre contribuent au cycle des éléments nutritifs. Les centaines de kilomètres ou d'hectares de tunnels que les vers de terre creusent favorisent le développement des racines et améliorent le drainage. Les autres organismes vivants dans le sol se nourrissent de végétaux et d'autres formes de vie animale.

La matière organique est un élément du sol sur lequel vous pouvez agir. Un travail aratoire excessif et de mauvaises rotations de cultures accélèrent la perte de matière organique. Le tableau montre l'impact des pertes de matière organique sur les différents types de sol. Les résidus de cultures et le fumier, combinés à des rotations de cultures, aident à maintenir ou à améliorer les niveaux de matière organique. Ces apports contribuent aussi à améliorer la structure du sol et à augmenter sa capacité de retenir l'eau. L'équilibre des éléments nutritifs en bénéficie, ce qui améliore du coup le potentiel de rendement. L'amélioration de la structure du sol augmente aussi le volume d'espace poral comblé par l'air et améliore la résistance du sol au compactage.

SOL	RALENTISSEMENT DU MOUVEMENT DE L'EAU VERS ET DANS LE SOL	AUGMENTATION DES RISQUES DE COMPACTAGE EN SURFACE	AUGMENTATION DE LA VULNÉRABILITÉ À L'ÉROSION	DIMINUTION DE LA CAPACITÉ DE RÉTENTION D'EAU
	–	–	–	V
	–	–	V	V
	V	V	V	–
V	V	V	V	–
V	V	V	V	–

V = Vulnérable – = Non vulnérable

TYPE	% DE SABLE	% DE LIMON	% D'ARGILE
LOAM SABLEUX	58	30	12
LOAM LIMONEUX	20	60	20
LOAM	45	35	20
LOAM ARGILEUX	28	36	36
ARGILE	18	32	50

Ce sont là des exemples de sols de textures différentes. Pour une même texture, le pourcentage de sable, de limon et d'argile peut varier.

TEXTURE DU SOL

La plus grande partie du sol, environ 45 % de son volume, est constituée de matière minérale. C'est ce que vous pouvez voir et toucher. Sable, loam sableux, loam argileux, argile et autres renvoient à la texture du sol. Celle-ci est déterminée par la proportion relative du sable, du limon et de l'argile. Le tableau (ci-contre) présente des exemples de pourcentages pour cinq différents types de sol.

Idéalement, environ la moitié du sol devrait renfermer des vides occupés à parts égales par l'eau et par l'air. Le volume de cet espace libre, ou espace poral, constitue la porosité du sol. Cette dernière dépend de deux facteurs : la texture du sol et la structure du sol. La grosseur des particules, ou la texture, influence le volume d'espace poral, car de grosses particules, comme le sable, créent des pores plus grossiers que les petites particules, telle l'argile. Le sol idéal est un loam qui renferme une quantité équivalente des trois types de particules.

STRUCTURE DU SOL

La structure du sol est déterminée par les particules minérales et organiques liées entre elles par des substances collantes et agglomérantes (argile et matière organique décomposée) pour former des agrégats de sol. Dans des sols sains, les agrégats humides se tiennent ensemble, résistant ainsi au vent à l'eau, d'où une diminution des risques d'érosion et d'encroûtement.

Les agrégats devraient être de dimensions variées et être séparées par des pores, afin d'assurer le développement des racines et la circulation de l'air. Un sol argileux, avec une bonne structure, peut être plus poreux qu'un sol sableux. Quand vous écrasez dans vos mains un sol doté d'une bonne structure, il s'effrite rapidement. On trouve habituellement de tels sols le long des clôtures, dans les bois et dans les champs de fourrages.

Le dernier élément du sol, à peu près 5 %, est constitué de matière organique. Environ 80% de la matière organique est stable, donc ne se décompose pas facilement. Cette partie permet au sol de retenir l'eau et les éléments nutritifs et d'atténuer l'érosion. Grâce à elle, le sol est propice à la vie et plus facile à travailler (elle améliore la structure du sol).

Quinze pour cent de la matière organique est constituée de restes de plantes et d'animaux et peut se décomposer rapidement. La tranche qui reste est composée d'organismes vivants comme les vers de terre, les insectes, les micro-organismes et les nématodes, pour n'en nommer que quelques uns.

Composition de la matière organique.

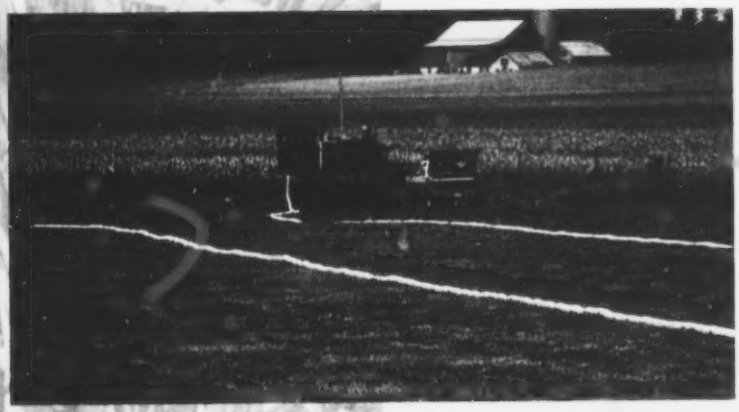
Les vers de terre et les insectes aident à briser les gros morceaux de résidus de plantes afin que les micro-organismes puissent continuer à les décomposer. Les vers de terre contribuent au cycle des éléments nutritifs. Les centaines de kilomètres ou d'hectares de tunnels que les vers de terre creusent favorisent le développement des racines et améliorent le drainage. Les autres organismes vivants dans le sol se nourrissent de végétaux et d'autres formes de vie animale.

La matière organique est un élément du sol sur lequel vous pouvez agir. Un travail aratoire excessif et de mauvaises rotations de cultures accélèrent la perte de matière organique. Le tableau montre l'impact des pertes de matière organique sur les différents types de sol. Les résidus de cultures et le fumier, combinés à des rotations de cultures, aident à maintenir ou à améliorer les niveaux de matière organique. Ces apports contribuent aussi à améliorer la structure du sol et à augmenter sa capacité de retenir l'eau. L'équilibre des éléments nutritifs en bénéficie, ce qui améliore du coup le potentiel de rendement. L'amélioration de la structure du sol augmente aussi le volume d'espace poral comblé par l'air et améliore la résistance du sol au compactage.

RÉPERCUSSIONS DES PERTES DE MATIÈRE ORGANIQUE

SOL	AUGMENTATION DES RISQUES D'ENCROÛTEMENT	RALENTISSEMENT DU MOUVEMENT DE L'EAU VERS ET DANS LE SOL	AUGMENTATION DES RISQUES DE COMPACTAGE EN SURFACE	AUGMENTATION DE LA VULNÉRABILITÉ À L'ÉROSION	DIMINUTION DE LA CAPACITÉ DE RÉTENTION D'EAU
Matière sableuse en surface	–	–	–	–	V
Matière loameuse en surface sur fond de sable ou de gravier	–	–	–	V	V
Matière loameuse à forte teneur en sable	–	V	V	V	–
Matière loameuse à forte teneur en limon	V	V	V	V	–
Matière argileuse en surface	V	V	V	V	–

V = Vulnerable – = Non vulnerable



L'installation de drains agricoles est un aspect important de la gestion des sols.

Drainage

Un bon drainage est à l'avantage à la fois du producteur et de l'environnement. Il amène une augmentation du volume d'espace poral qui est rempli d'air et, de ce fait, une amélioration du rendement. Voici d'autres avantages d'un sol bien drainé :

- Efficacité accrue des fertilisants.
- Réchauffement du sol plus rapide au printemps.
- Amélioration de la structure du sol.
- Réduction de l'érosion par la diminution du ruissellement.

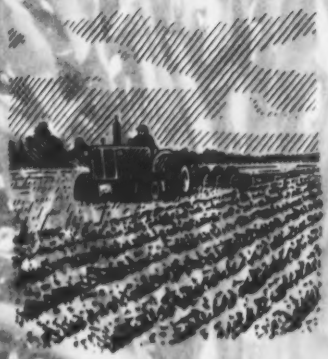
Certaines des pratiques de nature à améliorer le drainage présentent aussi des avantages à d'autres égards. En voici des exemples :

- Éviter de trop travailler le sol. La pulvérisation des mottes de terre augmente les risques d'un encroûtement de la surface, lui-même facteur de ruissellement et obstacle à la levée des plantules.
- Alterner cultures sarclées et céréales ou fourrages. La croissance des racines, surtout dans le cas des cultures fourragères à racines profondes, ouvre les pores grâce auxquels l'eau peut s'échapper.

Compactage du sol

Le compactage réduit le volume d'espace poral dans le sol. Il peut engendrer des problèmes quel que soit le système de travail du sol. Le compactage peut se produire en surface ou en profondeur. Le compactage de surface est causé par une faible teneur en matière organique et un travail du sol excessif. Quand au compactage profond, il est attribuable à une charge supérieure à cinq tonnes par essieu.

Dans le cas du compactage en surface, le travail du sol, et parfois l'action du gel, peuvent réussir à briser la couche durcie. En présence d'une semelle de labour, toutefois, le problème est beaucoup plus difficile à régler. À long terme, la croissance des racines et les cycles de pluie et de sécheresse peuvent atténuer le problème. Quant au sous-solage, il constitue, au mieux, une solution temporaire qui risque d'amener plus de problèmes qu'il n'en règle. Le meilleur remède reste la prévention.



Réduction des risques de compactage :

Choix du moment - Utilisez une rotation de cultures qui étale les travaux sur toute la saison.

Humidité - Évitez les travaux au champ lorsque le sol est humide à la profondeur de travail.

Voies de passage - Limitez la circulation dans le champ aux voies de passage habituelles. La culture sur billons est idéale pour maintenir la machinerie hors des rangs.

Réduction des passages - Réduisez le nombre de passages et la grosseur du tracteur.

Distribution des charges - Gardez les charges en-deça de cinq tonnes par essieu. Utilisez des remorques avec des essieux en tandem.

Empreintes étroites - Si possible, augmentez le diamètre des pneus plutôt qu'utiliser des roues doubles.

Pneus radiaux - Choisissez des pneus radiaux lorsque vous avez besoin de plus de traction. Ces pneus ont une surface de contact jusqu'à 27 % plus grande que des pneus ordinaires de même dimension.

Quatre roues motrices c. deux roues motrices - Un tracteur à quatre roues motrices distribue mieux son poids entre ses essieux que celui à deux roues motrices.

COMPATIBILITÉ AVEC LE SOL

Dans le choix d'un système de travail du sol, l'agriculteur doit tenir compte de son type de sol. La compatibilité du système dépend de la structure et des caractéristiques de drainage du sol.

Humidité du sol

Comme il y a plus de résidus à la surface du sol avec le déchaumage au chisel, l'eau s'évapore moins, si bien que le taux d'humidité se trouve accru. Il est bon de retenir l'humidité dans le sol dans le cas des sols secs comme le sable ou le loam sableux. Or les résidus aident à retenir l'humidité. Dans les sols comme l'argile ou le loam argileux, une hausse de l'humidité du sol peut créer un problème tôt au printemps en retardant les semis.

Le travail réduit a tendance à mieux convenir aux sols bien structurés et bien drainés. Les sols mal drainés ont besoin d'être travaillés pour accélérer le processus d'assèchement. La charrue à versoirs peut être le meilleur choix dans de tels cas. Les fervents de la culture sur billons prétendent que ce système amène un assèchement du sol plus rapide, ce qui évite d'avoir à retarder les semis. La culture sur billons serait donc une solution pour les sols mal drainés.

Texture

La texture et le drainage vont de pair lorsqu'il s'agit de déterminer si un système est compatible avec la nature du sol. Les sols à texture légère comme le sable ou le loam sableux conviennent bien aux systèmes de semis direct et de déchaumage au chisel. On doit cependant travailler davantage les sols lourds et mal drainés comme l'argile et le loam sableux pour qu'ils s'assèchent.

Le compactage peut se produire à la surface du sol ou au dessous du sillon de labour.

Protection contre l'érosion

Nous savons que certains sols sont moins vulnérables que d'autres à l'érosion et qu'ils conviennent parfaitement à la charrue à versoirs. Les sols argileux ou les loams argileux qui sont relativement plats en sont des exemples. D'autres sols, particulièrement les sols sableux ou les loams sableux, aux pentes longues ou abruptes, sont très vulnérables à l'érosion. Des résidus doivent protéger ces sols des érosions éolienne et hydrique. Heureusement, ce sont les sols qui conviennent le mieux au semis direct et au déchaumage au chisel.

Le tableau (ci-dessous) donne un aperçu de la compatibilité des systèmes de travail du sol avec les types de sol. Si la structure de votre sol ne se situe pas dans la moyenne, les résultats du système de travail du sol peuvent varier.

Comment utiliser ce tableau

1. **Consulter les cartes pédologiques de votre comté pour déterminer la texture de votre sol et sa capacité de drainage.**
2. **Voir les cotes de compatibilité des systèmes de travail du sol avec les différents sols.**
3. **Trouver la solution la mieux adaptée à vos sols.**

COMPATIBILITÉ DES SYSTÈMES AVEC LES SOLS DE L'ONTARIO

TEXTURE	DRAINAGE	RENDEMENT*		ÉROSION		COTE DE COMPATIBILITÉ					
		DÉCH. CHISEL	*SEMIS DIRECT*	*EAU*	*VENT*	*TRADITIONNEL*		*DÉCH. CHISEL*		*SEMIS DIRECT*	
						AUT.	*PRINT.*	*AUT.*	*PRINT.*	*AUT.*	*PRINT.*
SABLE	Bon	I	A	T	T	5	4	3	2	1	1
	Imparfait	I	A	G	T	4	3	2	1	1	1
	Mauvais	I	A	M	M	4	3	3	2	3	3
LOAM	Bon	I	I	T	G	3	3	2	1	1	2+
	Imparfait	I	I	G	M	3	3	2	2	1	2+
	Mauvais	I	I	M	F	1	2	2	3	2	4
LOAM ARGILEUX	Bon	I	D	G	M	3	3	1	2	1	3+
	Imparfait	I	D	M	F	2	3	3	3	2	4+
	Mauvais	I	D	F	F	2	3	3	4	3	4
ARGILE	Bon	D	D	M	M	2	3	3	4	1	4+
	Imparfait	D	D	F	F	2	4	4	4	2	4+
	Mauvais	D	D	F	F	3	4	4	4	3	4

POTENTIEL DE RENDEMENT
A = Augmente
I = Identique
D = Diminue
* Comparé à la charrue à versoirs

VULNÉRABILITÉ À L'ÉROSION
T = Très grande
G = Grande
M = Moyenne
F = Faible

COTE DE COMPATIBILITÉ
1 = Très bien adapté
2 = Bien adapté
3 = Modérément adapté
4 = Mal adapté
5 = Déconseillé

+ REMARQUE : Le travail du sol sur une bande étroite au moyen de coutres installés sur l'équipement de semis peut améliorer les résulta

Cote de compatibilité

Cet indice est composé de plusieurs facteurs, donc, le potentiel de rendement, la vulnérabilité à l'érosion et la facilité de gestion du système de travail du sol.

Par exemple, dans un sol sableux bien drainé, le déchaumage au chisel peut donner d'aussi bons résultats qu'un système de labour traditionnel. Le semis direct pourrait procurer un meilleur rendement. Étant fortement soumis aux érosions éolienne et hydrique, ces sols se prêtent très bien au semis direct, aussi bien au printemps qu'à l'automne. Ils se prêtent par ailleurs bien au déchaumage au chisel au printemps, se prêtent plus ou moins bien au travail à la charrue chisel l'automne et ne se prêtent pas du tout au travail à la charrue à versoirs.

GESTION DES RÉSIDUS

On commence tout juste à considérer les résidus comme une ressource plutôt que comme une source d'embêtements. Ils sont en fait une importante source de matière organique. Laissés à la surface du sol ou mélangés à quelques pouces de couche arable, ils peuvent maintenir ou même accroître la teneur du sol en matière organique. Du coup, ils permettent d'ameublir le sol et d'en améliorer la structure.

La gestion des résidus de cultures est un aspect important des activités agricoles. Depuis quelques années, les agriculteurs, les chercheurs et les vulgarisateurs reconnaissent qu'une bonne gestion des résidus est le remède le plus économique à l'érosion.

LES RÉSIDUS :

- ▶ protègent la surface du sol du choc des gouttes de pluie;
- ▶ atténuent l'érosion;
- ▶ réduisent l'encroûtement et le scellement du sol;
- ▶ enrichissent le sol de matière organique;
- ▶ aident la pluie à s'infiltrer dans le sol;
- ▶ réduisent l'évaporation.

LES RÉSIDUS ET LES RENDEMENTS DES CULTURES

Les quantités de résidus que les cultures laissent varient tout autant que les rendements de ces dernières. En règle générale, les cultures à haut rendement produisent plus de résidus. Rappelez-vous de ce principe lorsque vous planifiez un programme de gestion des résidus pour votre ferme.

Le tableau (ci-contre) montre les ratios estimatifs de la paille au grain pour certaines cultures. Par exemple, si la culture du blé d'hiver donne un rendement de 70 boisseaux/acre, on devrait s'attendre à 60bo/ac X 60lb/bo X 1,7 ou environ 7140lb/acre (8000 kg/ha) de résidus. Ceci laisserait plus de 95% de la surface du sol couverte de résidus. Bien entendu, ce chiffre est approximatif, puisqu'il varie en fonction de la variété ou de l'hybride, des conditions atmosphériques et de la quantité de paille retirée à la récolte.

RATIOS ESTIMATIFS DE LA PAILLE AU GRAIN POUR CERTAINES CULTURES

CULTURE	RATIO PAILLE : GRAIN
ORGE	1,5:1
MAÏS	1,0:1
AVOINE	2,0:1
SEIGLE	1,5:1
BLÉ D'HIVER	1,7:1
BLÉ DE PRINTEMPS	1,3:1

RA

SOUVERTURE DE RÉSIDUS (%)	PAILLE DE CÉRÉALES (KG/HA)	(LB/AC)
20	400	(360)
30	500	(450)
40	800	(715)
50	1000	(880)
70	1300	(1180)
80	1700	(1520)
90	2200	(1983)
95	3000	(2680)
	4000	(3570)

Comment utiliser ce tableau

1. Consulter les cartes pedologiques de votre comte pour determiner la texture de votre sol et sa capacite de drainage.
2. Voir les cotes de compatibilite des systèmes de travail du sol avec les differents sols.
3. Trouver la solution la mieux adaptee à vos sols.

Protection contre l'érosion

Nous savons que certains sols sont moins vulnerables que d'autres à l'érosion et qu'ils conviennent parfaitement à la charrue à versoirs. Les sols argileux ou les loams argileux qui sont relativement plats en sont des exemples. D'autres sols, particulièrement les sols sableux ou les loams sableux, aux pentes longues ou abruptes, sont très vulnérables à l'érosion. Des résidus doivent proteger ces sols des érosions eolienne et hydrique. Heureusement, ce sont les sols qui conviennent le mieux au semis direct et au déchaumage au chisel.

Le tableau (ci-dessous) donne un aperçu de la compatibilité des systèmes de travail du sol avec les types de sol. Si la structure de votre sol ne se situe pas dans la moyenne, les résultats du système de travail du sol peuvent varier.

COMPATIBILITÉ DES SYSTÈMES AVEC LES SOLS DE L'ONTARIO

TEXTURE	DRAINAGE	RENDEMENT*		EROSION		COTE DE COMPATIBILITE					
		DECH. CHISEL	*SEMIS DIRECT*	*EAU*	*VENT*	*TRADITIONNEL*		*DECH. CHISEL*		*SEMIS DIRECT*	
						AUT.	*PRINT.*	*AUT.*	*PRINT.*	*AUT.*	*PRINT.*
SABLE	Bon	I	A	T	T	5	4	3	2	1	1
	Imparfait	I	A	G	T	4	3	2	1	1	1
	Mauvais	I	A	M	M	4	3	3	2	3	3
LOAM	Bon	I	I	T	G	3	3	2	1	1	2-
	Imparfait	I	I	G	M	3	3	2	2	1	2-
	Mauvais	I	I	M	F	1	2	2	3	2	4
LOAM ARGILEUX	Bon	I	D	G	M	3	3	1	2	1	3-
	Imparfait	I	D	M	F	2	3	3	3	2	4-
	Mauvais	I	D	F	F	2	3	3	4	3	4
ARGILE	Bon	D	D	M	M	2	3	3	4	1	4-
	Imparfait	D	D	F	F	2	4	4	4	2	4-
	Mauvais	D	D	F	F	3	4	4	4	3	4

POTENTIEL DE RENDEMENT
A = Augmente
I = Identique
D = Diminue
* Compare a la charrue a versoirs

VULNERABILITE A L'EROSION
T = Tres grande
G = Grande
M = Moyenne
F = Faible

COTE DE COMPATIBILITE
1 = Tres bien adapte
2 = Bien adapte
3 = Moderement adapte
4 = Mal adapte
5 = Deconseille

- REMARQUE : Le travail du sol sur une bande etroite au moyen de coutres installes sur l'equipement de semis peut ameliorer les resultats

Cote de compatibilite

Cet indice est compose de plusieurs facteurs, donc, le potentiel de rendement, la vulnerabilite a l'érosion et la facilite de gestion du systeme de travail du sol.

Par exemple, dans un sol sableux bien draine, le déchaumage au chisel peut donner d'aussi bons résultats qu'un système de labour traditionnel. Le semis direct pourrait procurer un meilleur rendement. Etant fortement soumis aux érosions eolienne et hydrique, ces sols se prêtent très bien au semis direct, aussi bien au printemps qu'à l'automne. Ils se prêtent par ailleurs bien au déchaumage au chisel au printemps, se prêtent plus ou moins bien au travail à la charrue chisel l'automne et ne se prêtent pas du tout au travail à la charrue à versoirs.

GESTION DES RÉSIDUS

On commence tout juste à considérer les résidus comme une ressource plutôt que comme une source d'embêtements. Ils sont en fait une importante source de matière organique. Laissés à la surface du sol ou mélangés à quelques pouces de couche arable, ils peuvent maintenir ou même accroître la teneur du sol en matière organique. En outre, ils permettent d'amoublir le sol et d'en améliorer la structure.

La gestion des résidus de cultures est un aspect important des activités agricoles. Depuis quelques années, les agriculteurs, les chercheurs et les vulgarisateurs reconnaissent qu'une bonne gestion des résidus est le remède le plus économique à l'érosion.

LES RÉSIDUS :

- protègent la surface du sol du choc des gouttes de pluie
- contrent l'érosion
- ralentissent l'encroûtement et le scellement du sol
- enrichissent le sol de matière organique
- aident la pluie à s'infiltrer dans le sol
- réduisent l'évaporation

LES RÉSIDUS ET LES RENDEMENTS DES CULTURES

Les quantités de résidus que les cultures laissent varient tout autant que les rendements de ces dernières. En règle générale, les cultures à haut rendement produisent plus de résidus. Rappelez-vous de ce principe lorsque vous planifiez un programme de gestion des résidus pour votre ferme.

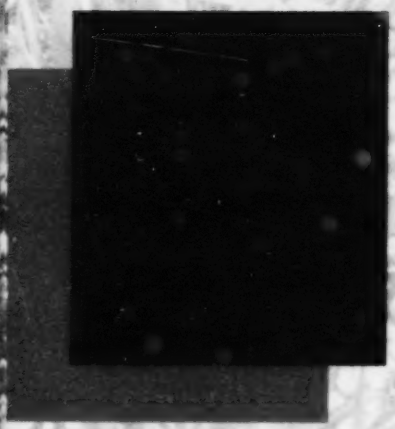
Le tableau ci-contre montre les ratios estimatifs de la paille au grain pour certaines cultures. Par exemple, si la culture du blé d'hiver donne un rendement de 70 boisseaux/acre, on devrait s'attendre à retrouver à la récolte 70 boisseaux X 1,7 ou environ 71 milliers de résidus (5000 kg/ha) de résidus. Cela laissera plus de 95 % de la surface du sol couverte de résidus. Bien entendu, ce chiffre est approximatif, puisqu'il varie en fonction de la variété ou de l'hybride, des conditions atmosphériques et de la quantité de paille restée à la récolte.

RATIOS ESTIMATIFS DE LA PAILLE AU GRAIN POUR CERTAINES CULTURES

CULTURE	RATIO PAILLE : GRAIN
ORGE	1,5:1
MAÏS	1,0:1
AVOINE	2,0:1
SEIGLE	1,5:1
BLÉ D'HIVER	1,7:1
BLÉ DE PRINTEMPS	1,3:1

RAPPORT ENTRE LE % DE COUVERTURE ET LE POIDS DES RÉSIDUS

COUVERTURE DE RÉSIDUS (%)	TIGES DE MAÏS (KG/HA)	(LB/AC)	PAILLE DE CÉRÉALES (KG/HA)	(LB/AC)
20	700	(625)	400	(360)
30	1000	(890)	500	(450)
40	1500	(1340)	800	(715)
50	2000	(1780)	1000	(890)
60	2500	(2230)	1300	(1160)
70	3400	(3035)	1700	(1520)
80	4300	(3840)	2200	(1960)
90	5800	(5175)	3000	(2680)
95	7800	(6960)	4000	(3570)



Répartir les résidus uniformément derrière la moissonneuse-batteuse pour éliminer les andains.

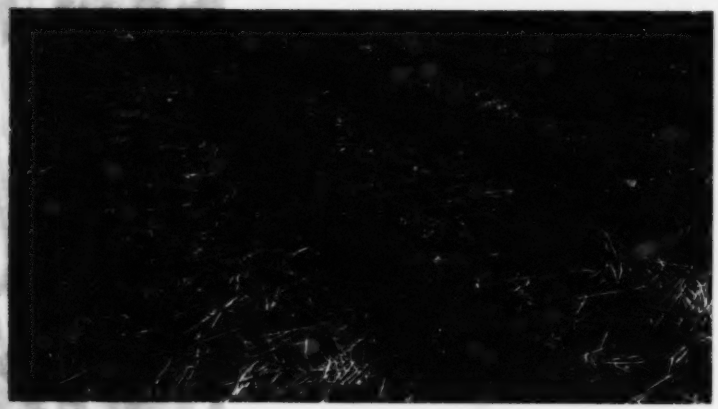
UNE BONNE GESTION DES RÉSIDUS COMMENCE À LA RÉCOLTE

Pour bien maîtriser l'érosion et, plus important encore, pour faciliter le travail du sol et l'ensemencement, il faut étendre les résidus de façon uniforme derrière la moissonneuse-batteuse plutôt qu'en andains. On protège ainsi une plus grande surface de sol et on réduit les problèmes d'obstruction de l'équipement de travail du sol et de semis.

Les moissonneuses-batteuses à grande capacité avec de larges barres de coupe ont plus de difficulté à étendre les résidus uniformément. Idéalement, les moissonneuses-batteuses devraient être munies d'épandeurs de paille et de tiges permettant d'étaler les résidus sur toute la largeur de la machine. Certain modèles peuvent aussi nécessiter l'ajout d'une déchiqueteuse.

Voici les inconvénients à mettre en andains la paille ou les tiges:

- Les instruments de travail du sol se bouchent de résidus.
- Le semoir peut avoir besoin de certaines modifications pour fonctionner correctement.
- Les sillonneurs sur le semoir enfoncent parfois les résidus dans le sillon, limitant ainsi le contact de la semence avec le sol.
- Certains types de résidus produisent des toxines en se décomposant. Ces toxines peuvent contaminer ou même tuer la culture suivante (allélopathie). De grandes accumulations de résidus sur le rang peuvent accentuer ce risque. Des toxines ont plus tendance à se former lorsqu'on sème du maïs dans le chaume du maïs ou celui des céréales.
- Une couche épaisse de résidus agit comme un isolant qui nuit au réchauffement du sol par le soleil. Comme le sol reste plus frais, il risque de se produire un ralentissement de la germination et de la levée des plantules.
- Les résidus en andains peuvent intercepter les herbicides et empêcher leur répartition uniforme sur toute la surface du sol.



Peuplement uniforme de soya émergeant de résidus de blé.

MODES DE GESTION DES RÉSIDUS DANS UN SYSTEME DE TRAVAIL RÉDUIT DU SOL

- Semez des hybrides ou des variétés qui ont de bonnes tiges solides. La plante se tient ainsi dressée lors de la récolte, ce qui permet de fixer la barre de coupe plus haut.
- Pour les céréales, fixez la barre de coupe au niveau le plus haut qui permette le maintien du rendement. Plus de tiges restent ainsi en place au lieu de passer dans la moissonneuse-batteuse.
- Maintenez une vitesse constante en moissonnant afin d'éviter que des résidus ne s'empilent quand la machine ralentit. Si vous devez arrêter, reculez pour bien étaler les résidus.
- Renseignez-vous auprès de votre concessionnaire des modifications qui peuvent être apportées à l'équipement de récolte pour améliorer l'épandage des pailles. Il existe sur le marché des pièces d'équipement qui s'adaptent à la plupart des grosses moissonneuses-batteuses. Avant de modifier la vôtre, assurez-vous que les modifications n'altéreront pas la capacité de travail, ne nuiront pas à la sécurité de l'opérateur, ni n'abîmeront la machinerie.
- Fixez des coutres ou des déblayeurs de rang sur l'équipement de semis pour enlever les résidus de culture des rangs. Cette mesure contribue à éliminer les effets des toxines et à nettoyer les rangs pour permettre au sol de se réchauffer.

Les solutions à envisager dépendent de la culture et de la quantité de résidus qu'elle laisse. Un bon programme de gestion des résidus peut:

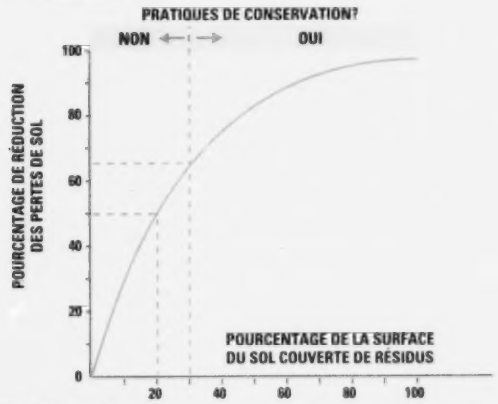
- maintenir ou accroître les niveaux de matière organique dans le sol;
- améliorer la structure du sol;
- conserver et recycler les éléments nutritifs des cultures précédentes;
- réduire les pertes de sol dues à l'érosion;
- réduire les pertes d'humidité du sol dues à l'évaporation.

Un programme de gestion des résidus permet de réduire les pertes de sol.

Les exemples montrent que des résidus laissés sur 30 % de la surface du sol réduisent l'érosion de 50 % comparativement à un champ dépourvu de résidus.

COUVERTURE DE RÉSIDUS ET RÉDUCTION DES PERTES DE SOL EN FONCTION DU SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL

GENRE DE RÉSIDUS	SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL	% DE LA SURFACE DU SOL COUVERTE DE RÉSIDUS	% DE RÉDUCTION DE L'ÉROSION PAR RAPPORT AU LABOUR TRADITIONNEL
MAÏS	Labour avec charrue à versoirs, 2 passages du cultivateur, semis.	7	–
	Déchaumage primaire et déchaumage secondaire, semis.	35	74
	Deux passages du pulvériseur, semis.	21	72
	Culture sur billons.	34	86
	Semis direct.	39	92
SOYA	Labour avec charrue à versoirs, 2 passages du cultivateur, semis.	2	
	Déchaumage primaire et déchaumage secondaire, semis.	7	32
	Un passage du pulvériseur, semis.	8	26
	Un passage du cultivateur, semis.	18	46
	Semis direct.	27	64
BLÉ	Labour avec charrue à versoirs, un passage du cultivateur, semis.	9	–
	Déchaumage primaire et déchaumage secondaire, semis.	29	72
	Semis direct.	86	96



Les exemples montrent que des résidus laissés sur 30% de la surface du sol réduisent l'érosion de 65% comparativement à un champ dépourvu de résidus.

GESTION DES RÉSIDUS ET DE L'ÉROSION

Pour adopter un programme de gestion optimale des résidus, vous devez tenir compte de votre équipement et du niveau moyen des pertes de sol dans vos champs. Les champs très vulnérables aux érosions éolienne et hydrique devraient être couverts de plus de résidus. Le schéma (à gauche) indique à quel point une couverture de résidus sur 20% de la surface du sol peut réduire les pertes de sol. Plus cette couverture augmente, mieux le sol se trouve protégé. Si vous adoptez un système qui vise à réduire l'érosion, assurez-vous de laisser au moins 30% de la surface du sol couverte de résidus. Vous réduirez ainsi les pertes de sol de 65% par rapport à un champ dépourvu de résidus de culture.

Couverture de résidus et réduction des pertes de sol EN FONCTION DU SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL

QUANTITÉ DE RÉSIDUS	SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL	% DE LA SURFACE DU SOL COUVERTE DE RÉSIDUS	% DE RÉDUCTION DE L'ÉROSION PAR RAPPORT AU LABOUR TRADITIONNEL
MAÏS	Labour avec charrue à versoirs, 2 passages du cultivateur, semis.	7	–
	Déchaumage primaire et déchaumage secondaire, semis.	35	74
	Deux passages du pulvériseur, semis.	21	72
	Culture sur billons.	34	86
	Semis direct.	39	92
SOYA	Labour avec charrue à versoirs, 2 passages du cultivateur, semis.	2	–
	Déchaumage primaire et déchaumage secondaire, semis.	7	32
	Un passage du pulvériseur, semis.	8	26
	Un passage du cultivateur, semis.	18	46
	Semis direct.	27	64
BLÉ	Labour avec charrue à versoirs, un passage du cultivateur, semis.	9	–
	Déchaumage primaire et déchaumage secondaire, semis.	29	72
	Semis direct.	86	96

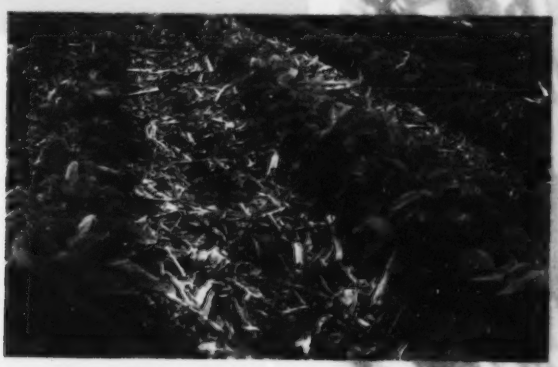
Le tableau montre la quantité de résidus à laquelle on peut s'attendre de différentes cultures selon le système de travail du sol. Il est important, du point de vue économique aussi bien que pour la réduction de l'érosion, de minimiser le nombre de passages dans les champs. Avec des cultures qui laissent très peu de résidus, comme le soya ou les haricots, le travail du sol en vue de la culture qui suit est léger et peut se limiter à un ou deux passages pour préparer un bon lit de semence; on peut même pratiquer la méthode du semis direct.

À l'opposé, avec des cultures comme le maïs ou le blé, le sol reste entièrement couvert de tiges ou de paille. En trop grande quantité, ces résidus peuvent ralentir le réchauffement et l'assèchement du sol, au point de retarder l'ensemencement et d'abaisser les rendements. Des niveaux élevés de résidus peuvent par ailleurs gêner le fonctionnement de l'équipement de semis, surtout quand on pratique le déchaumage au chisel et que le sol est meuble sous la couche de résidus. Si vous travaillez le sol, essayez de laisser de 30à 60% de sa surface couverte de résidus.

Vous pouvez modifier votre machinerie de façon à ce qu'elle puisse négocier davantage de résidus. Analysez bien vos rotations et l'ordre de succession des cultures. Si le réchauffement et l'assèchement du sol soulèvent des problèmes, adoptez une rotation qui fasse alterner une culture laissant beaucoup de résidus et une autre en laissant peu, comme le maïs suivi du soya.

Pratiques de gestion optimales des résidus

- ▸ Éparpillez les résidus uniformément derrière la moissonneuse-batteuse pour éliminer les andains.
- ▸ Sachez, pour chaque culture, quelle quantité de résidus laissent les différents systèmes de travail du sol.
- ▸ Choisissez la quantité de résidus qui réduira l'érosion du sol.
- ▸ Utilisez l'équipement de travail du sol qui convient à votre type de sol, à la quantité de résidus souhaitée et à vos besoins agricoles.
- ▸ Modifiez le semoir afin qu'il puisse négocier les résidus laissés à la surface du sol.
- ▸ Laissez les résidus en surface ou incorporez-les dans le sol afin de maintenir ou d'augmenter la teneur du sol en matière organique.



Une bonne gestion des résidus assure une levée uniforme.

ROTATION DES CULTURES ET PLANTES COUVRE-SOL

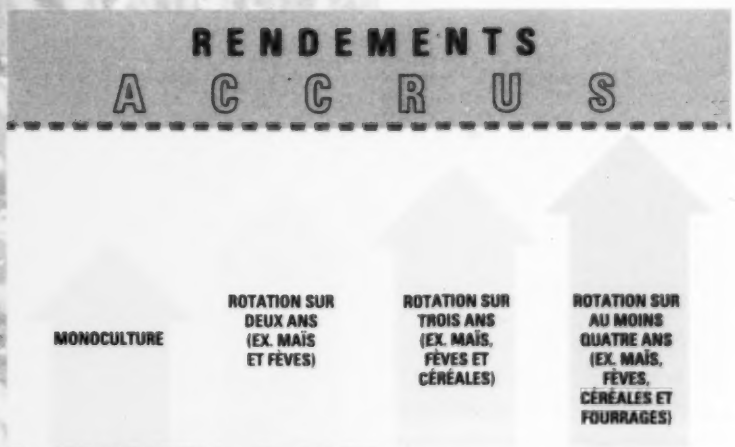
ROTATION DES CULTURES

La rotation des cultures est une pratique de gestion optimale pour les raisons suivantes:

- Elle réduit les risques de maladie.
- Elle réduit les populations des ennemis spécifiques à certaines cultures.
- Elle permet de tirer un meilleur rendement des cultures que la monoculture.
- Elle peut réduire l'érosion du sol et l'écoulement des eaux de surface.
- Elle permet de mieux répartir la charge de travail, du fait que les cycles varient d'une culture à l'autre et prolongent de ce fait la saison des semis et des récoltes.
- Elle tire avantage de la complémentarité des cultures. Ainsi, les légumineuses peuvent apporter de l'azote à d'autres cultures et les cultures qui donnent peu de prise aux mauvaises herbes peuvent succéder à des cultures qui souffrent davantage de la pression exercée par celles-ci.
- Elle accroît les profits tirés de l'ensemble des cultures en augmentant les rendements et en réduisant les intrants.
- Elle permet aux producteurs d'étaler les semis et le travail des champs.
- Elle permet de mettre à profit certaines caractéristiques de la ferme, comme ses ressources en eau, sa proximité aux marchés et aux usines de transformation, les compétences du producteur et la main-d'oeuvre disponible.

La rotation des cultures doit néanmoins faire l'objet de certaines mises en garde :

- Il se peut que les semis surviennent au même moment que des opérations essentielles à d'autres cultures, comme la répression des mauvaises herbes ou l'épandage d'engrais pour stimuler les rendements.
- Le producteur peut avoir à parfaire ses compétences en gestion.
- Des problèmes avec une culture peuvent empêcher de s'occuper d'une autre culture comme on le souhaiterait.



La rotation des cultures peut amener une augmentation du rendement net.

Le maïs et le soya offrent un meilleur rendement s'ils sont en rotation. En incluant une céréale dans la rotation, on améliore les rendements ainsi que la maîtrise de l'érosion. L'addition d'une culture fourragère dans la rotation améliore encore davantage les rendements et les conditions de sol.

Si vous êtes producteur de grandes cultures et que vous hésitez à réserver une part de vos terres à des plantes fourragères, essayez de négocier avec un voisin producteur de bétail. Vous pourriez ainsi trouver preneur pour vos plantes fourragères et bénéficier de leurs avantages dans une rotation.

MISES EN GARDE

- Accaparent beaucoup de potassium.
- Peuvent être difficile à écouler.
- La luzerne souffre dans un sol acide.
- La luzerne s'établit difficilement dans un sol mal drainé.

- Peut transmettre des maladies au blé si c'est la culture qui suit.
- Se récolte tard l'automne, ce qui empêche de semer une culture d'automne ou de travailler le sol.

- Oblige à préparer le lit de semence, ce qui amène une détérioration de la structure du sol que le système racinaire n'améliore guère.
- Met du temps à couvrir le sol de végétation, particulièrement lorsqu'il est semé en rangs.

- Laissent une épaisse couche de paille qui risque de former un tapis sur le sol après la récolte.
- Risquent, dans le cas des chaumes de seigle et de blé, d'être toxiques aux cultures de maïs et d'en réduire les rendements.

PRINCIPALES CULTURES ET LEURS ATTRIBUTS

CULTURE	AVANTAGES ET CARACTÉRISTIQUES	MISES EN GARDE
LUZERNE, TRÈFLE	• Fixent l'azote pour les non-légumineuses. • Augmentent la porosité par leurs racines profondes. • Réduisent l'érosion du sol. • Se sèment au printemps, seuls ou dans des céréales, ou en été après la récolte des céréales.	• Accaparent beaucoup de potassium. • Peuvent être difficile à écouler. • La luzerne souffre dans un sol acide. • La luzerne s'établit difficilement dans un sol mal drainé.
MAÏS-GRAIN	• Produit beaucoup de résidus qui enrichissent le sol de matière organique. • Tolère une vaste gamme d'herbicides. • Se sème tôt au printemps, se récolte tard à l'automne.	• Peut transmettre des maladies au blé si c'est la culture qui suit. • Se récolte tard l'automne, ce qui empêche de semer une culture d'automne ou de travailler le sol.
SOYA	• Produit les rendements les plus élevés après le maïs. • Se prête à un grand choix d'herbicides, d'où la possibilité d'une répression efficace des graminées. • Se sème tard au printemps, ce qui permet de détruire le chiendent avant les semis. • Se récolte tôt à l'automne, ce qui permet de semer une culture d'automne. • Fixe son propre azote comme toute légumineuse mais ne laisse pas de réserves pour la culture qui suit.	• Oblige à préparer le lit de semence, ce qui amène une détérioration de la structure du sol que le système racinaire n'améliore guère. • Met du temps à couvrir le sol de végétation, particulièrement lorsqu'il est semé en rangs.
CÉRÉALES D'HIVER	• Se sèment l'automne, ce qui répartit la charge de travail, réduit la superficie à labourer l'automne et fournit une culture de couverture. • Se récoltent durant l'été. • Améliorent la structure du sol par leur système racinaire étendu. • Résistent bien à l'envahissement par les mauvaises herbes, d'où une réduction des coûts d'épandage des herbicides.	• Laissent une épaisse couche de paille qui risque de former un tapis sur le sol après la récolte. • Risquent, dans le cas des chaumes de seigle et de blé, d'être toxiques aux cultures de maïs et d'en réduire les rendements.
CÉRÉALES D'ÉTÉ	• Se sèment tôt au printemps, avant la maïs. • Se récoltent en été. • Ont des propriétés similaires à celles des céréales d'hiver.	

Les céréales de printemps sont d'excellentes plantes couvre-sol à établir l'automne.

PLANTES COUVRE-SOL

Établir des plantes couvre-sol l'automne est une pratique de gestion optimale importante. Étant donné que les sols labourés à l'automne sont très vulnérables à l'érosion, les plantes couvre-sol contribuent à réduire considérablement les pertes de sol. Elles protègent donc cette ressource qu'est le sol et en préservent les éléments nutritifs. La maîtrise de l'érosion au moyen des plantes couvre-sol diminue aussi la contamination des cours d'eau avoisinants.

Avantages des plantes couvre-sol

- Maintiennent le sol en place, empêchant la perte d'éléments nutritifs ou de pesticides en surface.
- Enrichissent le sol de matière organique et améliorent la structure du sol.
- Certaines légumineuses peuvent libérer de l'azote au profit de la culture qui suit.
- Retiennent les éléments nutritifs solubles et empêchent leur lessivage, dans le cas des plantes couvre-sol semées l'automne.
- Freinent la croissance des mauvaises herbes, dans les cas des plantes couvre-sol vigoureuses.

Usage des plantes couvre-sol

- Choisissez, autant que possible, des plantes couvre-sol qui permettent d'utiliser la machinerie existante.
- Choisissez le moment des semis de façon à obtenir une croissance suffisante sans toutefois laisser le temps aux plantes couvre-sol de produire des graines. Vous pouvez par exemple établir une culture de trèfle rouge dans des céréales ou le semer immédiatement après la récolte de blé.
- Les cultures printanières semées l'automne comme plantes couvre-sol ont l'avantage de ne pas résister à l'hiver, ce qui évite d'avoir à les détruire.
- Choisissez des plantes couvre-sol qui ne nuisent pas à la croissance de la culture qui les suit comme le fait par exemple le sarrasin qui peut transmettre la pourriture sclérotique au soya. La meilleure rotation consiste à alterner les cultures à feuilles larges et les graminées.
- Le choix du moment de la destruction des plantes couvre-sol est important, surtout pour le semis direct.
  - Le trèfle rouge doit être détruit à l'automne.
  - Le seigle peut passer de un à cinq pieds de hauteur en quelques jours seulement si les conditions climatiques sont favorables.
- Ne semez que les plantes couvre-sol dont vous êtes sûr de pouvoir vous débarrasser.
- Optez pour la plante couvre-sol la moins chère parmi celles qui conviennent; la plupart des avantages économiques des plantes couvre-sol ne se font sentir qu'à long terme.

GESTION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS

Pour croître et produire des semences, les végétaux ont besoin de 20 éléments nutritifs différents. Certains sont nécessaires en quantité infinitésimale tandis que d'autres constituent la plus grande partie de la plante. Les principaux éléments qui composent les tissus des végétaux (carbone, hydrogène et oxygène) proviennent de l'air et de l'eau. Quant aux éléments nutritifs comme le calcium, le magnésium et le soufre, les sols de l'Ontario en sont généralement riches; bien que les plantes absorbent une quantité relativement grande de ces derniers éléments, il n'est habituellement pas nécessaire de les inclure dans un programme de fertilisation.

Les macro-éléments fertilisants (azote, phosphore et potassium) sont les éléments nutritifs dont il faut le plus souvent enrichir le sol afin d'assurer la croissance des cultures. Les plantes les absorbent tous trois en grande quantité. Ces éléments nutritifs représentent normalement la plus large part des coûts de fertilisation.

Les oligo-éléments sont utilisés par les plantes en quantité infinitésimale. On en enrichit le sol lorsque les plantes montrent des signes de carence ou lorsque l'analyse de sol en indique le besoin.

DYNAMIQUE DU SOL ET FERTILITÉ

La fertilité du sol s'entend des niveaux d'éléments nutritifs assimilables par les plantes en croissance. Il arrive que certains éléments nutritifs ne soient pas assimilables par les plantes pour les raisons suivantes :

- Ils sont sous une forme chimique que les plantes ne peuvent assimiler.
- Ils sont chimiquement liés aux minéraux du sol ou aux particules d'argile.
- Ils se retrouvent dans la matière organique non encore décomposée.

Avec le temps, ces éléments deviennent assimilables sous l'action des conditions atmosphériques et des différentes formes de vie dans le sol.

L'érosion transporte le sol et les éléments nutritifs qu'il renferme. Il s'ensuit une perte d'éléments nutritifs liés au sol, tel le phosphore. Le ruissellement transporte les sédiments et les éléments dissous vers les cours d'eau. Le schéma indique comment se font les gains et les pertes en éléments nutritifs.

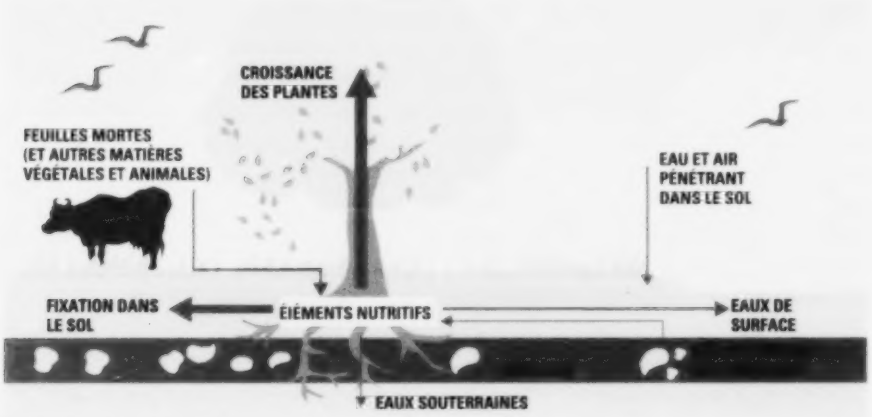


Illustration simplifiée du cycle des éléments nutritifs.

Les récoltes arrachent aussi au sol une quantité d'éléments nutritifs. Il faut compenser ces pertes par des épandages de fumier ou d'engrais commerciaux. Un bon moyen de réduire ces pertes d'éléments nutritifs consiste à rendre à la terre les résidus de cultures, qui viennent alors refermer le cycle parfois connu sous le nom de bilan des éléments nutritifs.

Le taux d'éléments nutritifs biodisponibles est influencé par le niveau d'acidité ou d'alcalinité du sol. Pour bien des cultures, le pH idéal est à peu près neutre (pH de 7). Si le pH se situe en dehors de la fourchette de 6 à 8, la biodisponibilité des éléments nutritifs diminue.

Le phosphore ou le potassium provenant d'engrais ou de fumiers n'est assimilable qu'en partie l'année de l'épandage. Ces éléments se fixent aux particules d'argile et aux minéraux du sol et sont graduellement relâchés au fur et à mesure des réactions chimiques et de l'activité microbienne. En augmentant la teneur totale en phosphore et en potassium, la quantité d'éléments nutritifs relâchés augmente, mais il faut bien se garder des applications excessives. L'excès peut entraver la croissance des plantes et contaminer les eaux de ruissellement.

L'azote dans le sol fait partie d'un autre cycle. On trouve énormément d'azote dans l'air, mais la plante ne peut l'utiliser sous cette forme. L'azote doit être converti, soit par les légumineuses, soit lors de la fabrication d'engrais azotés, sous forme d'ammonium ou de nitrate assimilable par les plantes.

L'azote ammoniacal se fixe aux particules de sol et est converti en nitrate ou est absorbé par les microbes présents dans le sol. Les plantes peuvent utiliser l'azote ammoniacal mais le gros de l'azote est absorbé sous forme de nitrate. Le nitrate inutilisé peut être lessivé ou s'échapper dans l'atmosphère.

À l'aide des bactéries, les cultures de légumineuses fixent leur propre azote à partir de l'air présent dans le sol. Une faible quantité d'azote leur suffit. Ces légumineuses peuvent donc capturer l'azote de l'atmosphère et le relâcher quand leurs résidus se décomposent. Les légumineuses fourragères peuvent fournir à la culture suivante un apport d'azote considérable. Toutefois, le gros de l'azote produit par les légumineuses à grain est retiré du sol lors des récoltes.

L'efficacité de l'azote s'accroît de façon significative si l'engrais est épandu adéquatement ou s'il pleut aussitôt après l'application. Parce que l'azote, y compris celui que renferme le fumier, se perd très facilement, il est préférable de l'injecter ou de l'enfouir dans le sol immédiatement après son application.

Matière organique

La teneur du sol en matière organique est un important facteur de fertilité. Lors de la décomposition des résidus, la structure de la plante se dégrade en blocs chimiques. Les éléments nutritifs sont relâchés dans la solution du sol et au profit des plantes en croissance. La matière organique permet aussi au sol de retenir les éléments nutritifs. Si la matière organique n'est pas remplacée par les résidus de cultures ou le fumier, le sol s'appauvrit.

ANALYSES DE SOL

L'analyse de sol est le seul moyen de déterminer ce qu'un sol renferme. Toute autre méthode demeure plus qu'imprécise. L'analyse de sol permet de connaître, pour un élément nutritif en particulier, la quantité assimilable par les plantes et l'apport de fertilisant nécessaire. Le moment où pratiquer l'analyse de sol a peu d'importance pour ce qui est du phosphore, du potassium et du pH, du fait que leurs taux demeurent relativement stables tout au long de l'année. Il en va tout autrement de l'azote pour lequel l'analyse de sol doit se faire au moment des semis.

La clé du succès d'un programme d'analyse de sol réside dans l'obtention d'échantillons représentatifs du champ. Un mauvais échantillonnage donne des résultats erronés. Les recommandations suivantes vous aideront à effectuer de bonnes analyses de sol:

1. Prenez suffisamment de prélèvements de sol par échantillon. Prenez au moins 20 prélèvements pour un champ de 5 hectares (10 acres) ou moins de superficie.

2. Prenez suffisamment d'échantillons du champ. Aucun échantillon ne doit représenter plus de 10 hectares (25 acres). Si le champ est grand, divisez-le en sections et prenez un échantillon tous les 10 hectares (25 acres). Pour le phosphore, le potassium et le pH, prélevez de 15 à 20 cm (6 à 8 po.) de sol. Pour le nitrate, prélevez 30 cm (12 po.) de sol, l'idéal étant d'en prélever 60 cm (2 pi.).

3. Veillez à ce que les prélèvements soient bien répartis. Le meilleur moyen d'y parvenir est de traverser le champ en suivant un tracé en dents de scie et de couvrir une moitié du champ à l'allée et l'autre moitié au retour.

4. Bien des champs présentent des zones qui donnent un meilleur rendement que d'autres, soit en raison du type de sol, du drainage ou des épandages antérieurs d'engrais et de fumier. Les quantités d'éléments nutritifs absorbés par les cultures varient selon les rendements.

Si une culture semble être différente sur une partie du champ ou si une zone a reçu un traitement différent (fertilisant, fumier ou chaux), l'échantillonner à part. Faites-le, même si la superficie est faible.

5. Si vous désirez traiter les zones à faible rendement séparément, effectuez une analyse de sol distincte. C'est la meilleure façon de prévenir les applications excessives dans des zones à haut rendement. Une carte indiquant les endroits pauvres facilitera l'opération.

6. Évitez de prendre des échantillons dans les zones ayant fait l'objet d'épandages récents, dans la raie de curage, en bordure des routes de gravier ou aux endroits où le fumier, le compost et les résidus de cultures ont été entassés.

7. Efforcez-vous de prélever les échantillons de sol à la même époque chaque année. En général, les résultats des analyses de sol vous indiquent la quantité d'éléments nutritifs à épandre en vue d'un rendement économique maximal.

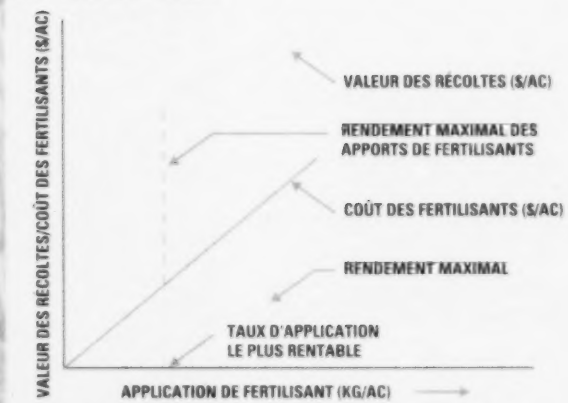
REMARQUE : Suivez les recommandations données par le MAAO sur la trousse d'échantillonnage de sol. On peut aussi les retrouver dans la Publication n° 296F intitulée Recommandations pour les grandes cultures.

RENDEMENT ÉCONOMIQUE MAXIMAL C. RENDEMENT ENVIRONNEMENTAL MAXIMAL

Une culture fournit son rendement maximal lorsque tous ses besoins sont comblés. On parle cependant de rendement économique maximal lorsque la culture génère un maximum de profit. Le graphique montre que ces niveaux de rendement sont souvent différents.

Le rendement des cultures augmente avec les apports de fertilisants. Toutefois, à partir du moment où les cultures atteignent leur rendement maximal, le rendement plafonne puis fléchit avec les apports superflus de fertilisants. Tant que le rendement augmente, votre revenu brut augmente également. Lorsque le rendement économique est à son maximum, la différence entre les dépenses et le revenu brut est la plus grande.

En termes environnementaux, le rendement maximal s'obtient lorsque tout l'azote biodisponible est assimilé par les cultures au lieu de rester dans le sol. Les surplus d'azote sous forme de nitrate risquent toujours de gagner les eaux souterraines ou de contaminer les eaux de surface par le ruissellement. Dans la plupart des cas, le rendement économique maximal se produit lorsque les plantes font un usage optimal des fertilisants. Ceci est aussi le rendement environnemental maximal pour l'azote. Il existe des exceptions à cette règle lorsqu'on est en présence de sols très sableux. Des recherches sont nécessaires en ce domaine.



Ce graphique montre le rendement économique maximal d'un apport de fertilisants.

TYPE D'ENGRAIS	APPLICATION EN (S) BANDES AUX SEMIS	INCORPORATION AVEC INJECTEUR (5, 7)	APPLICATION AVEC SARCLEUR (5, 7)
AMMONIAC ANHYDRE (GAZ)	Non	Oui (1)	Possible
AMMONIAC AQUEUX (LIQUIDE SOUS PRESSION)	Non	Oui (2)	Oui (2)
SOLUTIONS D'U.-A. 28%, 32% (LIQUIDES)	Oui (8)	Oui (4)	Oui (3)
NITRATE D'AMMONIUM (GRANULES)	Oui	Possible	Possible
URÉE (GRANULES)	Oui (8)	Possible	Possible
SOLUTION 10-34-0 ET AUTRES MÉLANGES	Oui (8) (le plus fréquent)	Possible	Possible
PRODUITS PHOSPHATÉS EN GRANULÉS	Oui	Non	Non
PRODUITS POTASSIQUES EN GRANULÉS	Oui (8)	Non	Non
P. MER SOLIDE	Non	Non	Non
P. MER LIQUIDE	Non	Oui	Non

REMARQUE :

1. Etant un gaz, l'ammoniac anhydre doit être enfoui dans le sol afin de ne pas s'échapper dans l'air.
2. L'ammoniac aqueux est extrêmement volatile. Il doit être enfoui à l'aide d'injecteurs ou d'applicateurs derrière les dents de l'équipement de travail du sol.
3. L'azote peut s'échapper dans l'air s'il n'est pas travaillé aussitôt après son application ou si la pluie est retardée, particulièrement par temps chaud.
4. Les injecteurs de type rayonné vont moins perturber le sol lors du semis direct. Ils sont conçus pour les applications supplémentaires après la germination.
5. Le système d'application convient aux systèmes de travail réduit là où l'engrais à la volée n'est pas incorporé au sol.
6. À appliquer avant la levée.
7. Peut être appliqué avant la germination ou sur les côtés après la levée.
8. Respecter les mises en garde du fabricant pour les épandages à proximité des semences.

TYPES D'ENGRAIS ET MODES D'APPLICATION

TYPE D'ENGRAIS	ÉPANDAGE À LA VOLÉE (6)	APPLICATION EN (5) BANDES AUX SEMIS	INCORPORATION AVEC INJECTEUR (5, 7)	APPLICATION AVEC SARCLEUR (5, 7)
AMMONIAC ANHYDRE (GAZ)	Non	Non	Oui (1)	Possible
AMMONIAC AQUEUX (LIQUIDE SOUS PRESSION)	Non	Non	Oui (2)	Oui (2)
SOLUTIONS D'U.N.A. 28%, 32% (LIQUIDES)	Oui (3)	Non	Oui (4)	Oui (3)
NITRATE D'AMMONIUM (GRANULES)	Oui	Oui (8)	Possible	Possible
URÉE (GRANULES)	Oui (3)	Non	Possible	Possible
SOLUTION 10-34-0 ET AUTRES MÉLANGES	Oui	Oui (8) (le plus fréquent)	Possible	Possible
PRODUITS PHOPHATÉS EN GRANULES	Oui	Oui	Non	Non
PRODUITS POTASSIQUES EN GRANULES	Oui	Oui (8)	Non	Non
FUMIER SOLIDE	Oui (3)	Non	Non	Non
FUMIER LIQUIDE	Oui (3)	Non	Oui	Non

REMARQUE

1. Etant un gaz, l'ammoniac anhydre doit être enfoui dans le sol afin de ne pas s'échapper dans l'air.
2. L'ammoniac aqueux est extrêmement volatile. Il doit être enfoui à l'aide d'injecteurs ou d'applicateurs montés en arrière du rouleau de l'équipement de travail du sol.
3. L'azote peut s'échapper dans l'air s'il n'est pas travaillé aussitôt après son application ou si la pluie est retardée, particulièrement par temps chaud.
4. Les injecteurs de type rayonné vont moins perturber le sol lors du semis direct. Ils sont conçus pour les applications supplémentaires après la germination.
5. Le système d'application convient aux systèmes de travail réduit là où l'engrais à la volée n'est pas nécessaire au sol.
6. A appliquer avant la levée.
7. Peut être appliqué avant la germination ou sur les colés après la levée.
8. Respecter les mises en garde du fabricant pour les épandages à proximité des semences.

Pratiques de gestion optimales pour les épandages d'azote :

- **Fertiliser les cultures quand elles en ont le plus besoin. Suppléez le maïs lorsqu'il atteint la hauteur des genoux et les céréales au début du tallage.**
- **Enfouissez ou injectez les engrais azotés. En une semaine, jusqu'à 30% de l'azote contenu dans l'urée appliquée au sol peut s'échapper dans l'atmosphère.**
- **Si vous devez appliquer l'azote à la volée, choisissez une forme stable, surtout si la couche de résidus en surface est épaisse. Le nitrate d'ammonium et l'U.N.A. ont moins tendance à se volatiser que l'urée. L'efficacité des engrais azotés, quelle que soit leurs compositions, est moindre si aucune précipitation n'en assure l'infiltration dans le sol.**
- **Ajustez les taux d'application pour tenir compte des apports de fumier et d'engrais vert.**
- **Évitez les applications en surface par temps chaud et humide.**

L'épandage à la volée : un mode d'application peu coûteux.

ÉPANDAGES– COMMENT ET POURQUOI?

Il y a deux façons d'épandre de l'engrais : à la volée ou en bandes. Bien que chaque méthode présente des variantes, les raisons d'en choisir une plutôt que l'autre sont les mêmes.

Épandage à la volée

L'engrais épandu à la volée est pulvérisé en nappe sur toute la surface du sol généralement à l'aide d'un camion ou d'un épandeur tiré par un tracteur. L'engrais est habituellement mélangé au sol par le travail du sol, ce qui améliore son efficacité. Les éléments nutritifs risquent de se perdre si le travail du sol est inadéquat, ou ils risquent de se fixer au sol si ce dernier est pauvre.

Épandage à la volée :

- Permet un épandage rapide de grandes quantités d'engrais.
- Nécessite moins de main-d'oeuvre, est relativement peu coûteux et présente peu de risques de brûlure.

Épandage en bandes

L'engrais épandu en bandes est appliqué sur une bande étroite sous la surface du sol. Cette méthode s'emploie, selon l'élément nutritif, au moment des semis ou comme supplément après la levée. En général, l'engrais épandu en bandes est plus efficace du fait qu'il est appliqué exactement à l'endroit et au moment où la plante peut le mieux l'utiliser. Que l'engrais soit solide, liquide ou gazeux, son efficacité reste la même.

Voici certaines caractéristiques de l'épandage en bandes :

- Permet de positionner l'engrais de démarrage près de la graine, donnant ainsi un bon départ à la culture dans les sols frais.
- Les taux d'application à respecter décroissent au fur et à mesure qu'on s'approche de la graine.
- Les engrais épandus en bandes ne se fixent pas aussi rapidement au sol que les engrais épandus à la volée, ce qui peut faire augmenter le rendement dans les sols pauvres. Cette caractéristique demeure toutefois sans effet dans les sols riches.
- Le choix d'un engrais liquide ou en granules dépend de facteurs de coût et d'impératifs pratiques. On peut les utiliser tous deux en toute sécurité, les résultats étant les mêmes pour la plante.
- Il est préférable d'épandre l'azote en bandes latérales plutôt qu'à la volée puisque l'azote se trouve ainsi plus près des racines au moment où la culture peut le mieux l'utiliser.

CONSIDÉRATIONS PARTICULIÈRES POUR LE FUMIER

Presque partout en Ontario, le fumier est appliqué sur de grandes superficies de terres agricoles. Le fumier est une ressource précieuse qui contient à la fois des macro-éléments et des oligo-éléments. S'il est géré adéquatement, il peut pourvoir aux besoins des plantes en éléments nutritifs et enrichir le sol de matière organique. Cependant, des taux qui dépassent les besoins des cultures peuvent être néfastes pour l'environnement. Ils augmentent les risques de contamination des eaux de surface et des eaux souterraines.

Photo courtoisie de Loyal Equipment Ltd

Injection de fumier dans des résidus de maïs.

Les pratiques de gestion optimales pour l'épandage des fumiers sont :

- **De préserver la valeur nutritive du fumier grâce à des méthodes d'entreposage et d'épandage adéquates;**
- **D'éviter les épandages excessifs de fumier pour protéger les eaux de surface et les eaux souterraines du lessivage des surplus d'éléments nutritifs;**
- **De réduire les épandages d'autres fertilisants lorsqu'on applique du fumier.**

REMARQUE : Pour plus de renseignements, consultez le fascicule sur la gestion des fumiers.

Pratiques de gestion optimales des éléments nutritifs :

- Harmonisez les apports de fertilisants avec les besoins de la culture et les résultats de l'analyse de sol. Si les besoins d'une culture en un élément nutritif sont faibles, n'en appliquez pas trop. Par exemple, si les légumineuses n'ont pas besoin d'azote, ne leur en fournissez pas. Incorporez ces cultures dans la rotation afin d'en faire bénéficier les suivantes. Rappelez-vous que les éléments en excès sont des polluants potentiels.
- Tenez compte des apports des autres cultures et du fumier quand vous évaluez la quantité d'engrais commercial requise.
- Faites des analyses de sol régulièrement pour le pH, le phosphore et le potassium. Faites-en pour l'azote lorsque vous cultivez du maïs.
- Réduisez l'érosion du sol afin d'éliminer les pertes de phosphore et de matière organique.
- Maintenez les niveaux de matière organique à l'aide de fumier, de plantes couvre-sol et de résidus, afin de favoriser le bilan des éléments nutritifs.

Inspectez les champs régulièrement pour détecter les problèmes de mauvaises herbes, d'insectes et de maladies.

GESTION DES PESTICIDES

Les ennemis des cultures comprennent les plantes, les insectes et les maladies qui font concurrence aux cultures et qui entravent leur croissance. Les pratiques de gestion optimales consistent à prévenir les dommages qu'ils causent en pratiquant la rotation des cultures et en maintenant la fertilité et la structure du sol, le principe étant qu'une plante saine et bien nourrie est mieux armée pour lutter.

La répression des mauvaises herbes vise à éliminer les plantes nuisibles jusqu'au point où le coût des dommages qu'elles causent tombe en-deça du coût des mesures de répression.

Vous devez bien peser votre plan d'action. Les pratiques de gestion optimales visent à réduire au plus strict minimum l'emploi de pesticides, compte tenu du système de travail du sol que vous employez.

MOYENS DE RÉDUIRE L'EMPLOI DE PESTICIDES

Donnez à vos cultures les moyens de faire concurrence aux mauvaises herbes.

Semez tôt les céréales et les légumineuses fourragères pour qu'elles puissent bien s'implanter et gagner du terrain sur les mauvaises herbes qui germent plus tard.

Réduisez l'espacement entre les rangs et augmentez la densité de plantation pour aider la culture à lutter contre les mauvaises herbes.

Semez les fèves soya en rangs de 18 cm (7 po) plutôt qu'en rangs espacés afin de leur donner plus de prise sur les mauvaises herbes. Cette pratique ne permet pas le sarclage. Il faut donc prévoir des voies de passage pour appliquer les pesticides afin d'éviter l'écrasement des cultures après la levée. À ce sujet, des recherches menées en Ontario indiquent toutefois que l'écrasement des plants ne diminuerait pas nécessairement les rendements, pourvu qu'il se produise tôt.

Utilisez des plantes couvre-sol et des cultures-abri comme mode de lutte biologique contre les mauvaises herbes.

Les plantes couvre-sol font concurrence aux mauvaises herbes et peuvent permettre de les maîtriser tard dans la saison. Des cultures comme le seigle contiennent des éléments chimiques qui retardent la germination et la croissance des mauvaises herbes. Les plantes couvre-sol font parfois concurrence à la culture principale et en diminuent les rendements, d'où l'importance d'une gestion attentive.

Si vous semez des plantes fourragères dans une culture-abri de céréales, les besoins en herbicides se trouveront réduits. Les céréales diminuent la concurrence exercée par les annuelles comme la petite herbe à poux et le vulpin.

Inspectez régulièrement les champs avec minutie pour détecter les problèmes de mauvaises herbes.

On peut réduire les besoins en herbicides en détectant les problèmes de mauvaises herbes à temps. On réussit parfois à réprimer les mauvaises herbes par un sarclage ou un binage rotatif.

Parcourez toutes les parties du champ pour voir quelles sont les mauvaises herbes auxquelles il faut vous attaquer et quel est leur stade de croissance. Parfois, les mauvaises herbes plus petites sont cachées par les plus hautes. Parfois aussi, le problème est circonscrit et requiert seulement un traitement localisé. Assurez-vous de traiter les mauvaises herbes au stade approprié de leur croissance.

Prenez des notes ou faites un plan localisant les mauvaises herbes lorsque vous êtes au champ. Repérez les endroits où apparaissent les mauvaises herbes comme les liserons, les chiendents ou les chardons des champs. Traitez ces zones avant que le problème ne devienne insurmontable.

Évaluez l'efficacité du pesticide. S'il est très efficace, diminuez légèrement le taux d'application la prochaine fois.

Pratiquez la rotation des cultures.

En changeant l'environnement de la culture, on maintient les mauvaises herbes, les insectes et les maladies sous contrôle. Alternez les cultures qui donnent peu de prise aux mauvaises herbes avec celles qui se laissent facilement envahir par elles. Incluez dans la rotation, des cultures qui exigent différents types d'herbicides ainsi que des cultures qui requièrent peu ou pas du tout d'herbicide telles que céréales ou cultures de pâture. Ces mesures permettront de réduire la teneur de votre sol en pesticides.

Pratiquez la rotation des familles de pesticides.

Changez de famille d'insecticide tous les ans. Les insectes peuvent développer une résistance aux insecticides après un usage répété.

Changez aussi de famille d'herbicide. L'emploi répété du même herbicide amène une intensification des problèmes de mauvaises herbes du fait de l'accroissement du nombre de ces dernières qui développent une résistance à l'herbicide employé. Ainsi, l'usage répété de l'atrazine a fait augmenter la population des espèces comme le chénopode blanc, la petite herbe à poux et l'amarante à racine rouge qui sont résistantes au triazine.

Assurez-vous de changer de famille de pesticide, et non seulement de produit chimique ou de marque comme ce serait le cas, par exemple, d'une utilisation en alternance de l'atrazine et du métribuzine (Sencor et Lexone) qui appartiennent tous deux à la famille des triazines.

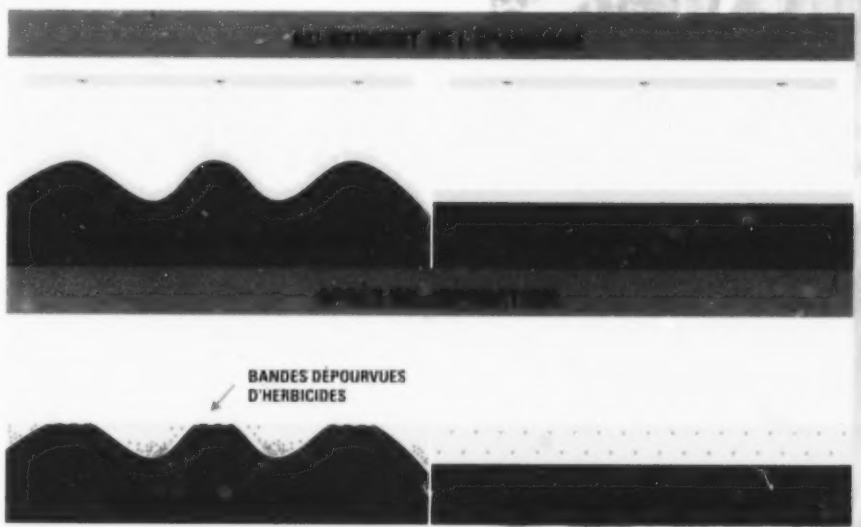
Gardez un registre précis.

Notez la date, le taux, l'emplacement, les conditions météorologiques (incluez la vitesse du vent, la température, l'ennuagement, l'humidité relative), l'humidité du sol, le stade de croissance de la culture et celui des mauvaises herbes, des insectes et des maladies. Enregistrez les dates et les quantités de pluie après l'application. Le registre vous aidera à évaluer l'usage des pesticides et à comprendre les problèmes qui pourraient se poser par la suite.

Selon les herbicides, l'enfouissement dans le sol est tantôt obligatoire, tantôt recommandé. Du fait qu'elle positionne l'herbicide sous la surface du sol, cette pratique réduit la contamination due au ruissellement.

Quand vous incorporez l'herbicide, il est important que la surface soit égale afin d'obtenir une répartition uniforme. Lorsque la surface est inégale, on retrouve trop d'herbicide dans les dépressions et pas assez sur les billons comme le montre le diagramme (dessous).

Lisez attentivement l'étiquette pour connaître le type d'enfouissement qui convient. Certains herbicides (Treflan et Edge) restent en place dans le sol. Bien que cette caractéristique soit bonne pour l'environnement, elle oblige à bien mélanger le sol afin de situer l'herbicide à la bonne profondeur. Un pesticide pulvérisé ne pénètre que jusqu'à la moitié seulement de la profondeur de travail du sol au premier passage.



Effectuez les traitements pré-semis avec incorporation sur des champs nivelés.

Prenez des notes ou faites un plan localisant les mauvaises herbes lorsque vous êtes au champ. Repérez les endroits où apparaissent les mauvaises herbes comme les liserons, les chiendents ou les chardons des champs. Traitez ces zones avant que le problème ne devienne insurmontable.

Évaluez l'efficacité du pesticide. S'il est très efficace, diminuez légèrement le taux d'application la prochaine fois.

Pratiquez la rotation des cultures.

En changeant l'environnement de la culture, on maintient les mauvaises herbes, les insectes et les maladies sous contrôle. Alternez les cultures qui donnent peu de prise aux mauvaises herbes avec celles qui se laissent facilement envahir par elles. Incluez dans la rotation, des cultures qui exigent différents types d'herbicides ainsi que des cultures qui requièrent peu ou pas du tout d'herbicide telles que céréales ou cultures de pâture. Ces mesures permettront de réduire la teneur de votre sol en pesticides.

Pratiquez la rotation des familles de pesticides.

Changez de famille d'insecticide tous les ans. Les insectes peuvent développer une résistance aux insecticides après un usage répété.

Changez aussi de famille d'herbicide. L'emploi répété du même herbicide amène une intensification des problèmes de mauvaises herbes du fait de l'accroissement du nombre de ces dernières qui développent une résistance à l'herbicide employé. Ainsi, l'usage répété de l'atrazine a fait augmenter la population des espèces comme le chénopode blanc, la petite herbe à poux et l'amarante à racine rouge qui sont résistantes au triazine.

Assurez-vous de changer de famille de pesticide, et non seulement de produit chimique ou de marque comme ce serait le cas, par exemple, d'une utilisation en alternance de l'atrazine et du métribuzine (Sencor et Lexone) qui appartiennent tous deux à la famille des triazines.

Gardez un registre précis.

Notez la date, le taux, l'emplacement, les conditions météorologiques (incluez la vitesse du vent, la température, l'ennuagement, l'humidité relative), l'humidité du sol, le stade de croissance de la culture et celui des mauvaises herbes, des insectes et des maladies. Enregistrez les dates et les quantités de pluie après l'application. Le registre vous aidera à évaluer l'usage des pesticides et à comprendre les problèmes qui pourraient se poser par la suite.

Selon les herbicides, l'enfouissement dans le sol est tantôt obligatoire, tantôt recommandé. Du fait qu'elle positionne l'herbicide sous la surface du sol, cette pratique réduit la contamination due au ruissellement.

Quand vous incorporez l'herbicide, il est important que la surface soit égale afin d'obtenir une répartition uniforme. Lorsque la surface est inégale, on retrouve trop d'herbicide dans les dépressions et pas assez sur les billons comme le montre le diagramme (dessous).

Lisez attentivement l'étiquette pour connaître le type d'enfouissement qui convient. Certains herbicides (Treflan et Edge) restent en place dans le sol. Bien que cette caractéristique soit bonne pour l'environnement, elle oblige à bien mélanger le sol afin de situer l'herbicide à la bonne profondeur. Un pesticide pulvérisé ne pénètre que jusqu'à la moitié seulement de la profondeur de travail du sol au premier passage.

Effectuez les traitements pre-semis avec incorporation sur des champs nivelés.

Travaillez le sol pour maîtriser les mauvaises herbes.

Quand vous travaillez le sol pour créer un lit de semence, les mauvaises herbes sont détruites mécaniquement. Mauvaises herbes et cultures partent alors du même pied. Tout comme le réchauffement du sol au printemps, le travail du sol peut stimuler certaines mauvaises herbes. Appliquez un herbicide actif au sol au temps des semis pour détruire la principale poussée de mauvaises herbes.

Après les semis, des inspections attentives du champ conjuguées à des opérations agricoles au moment opportun et à du beau temps permettent de lutter contre les mauvaises herbes. Pratiquez un binage rotatif pour détruire les mauvaises herbes avant leur levée. Après la levée, cette méthode n'est plus efficace.

La herse traînée détruit aussi les mauvaises herbes avant leur levée. Passez une herse à travers le champ avant la levée des mauvaises herbes et des cultures. Cette opération perturbe et tue les mauvaises herbes superficielles ayant germé, sans toutefois perturber les bonnes semences plus profondes. Cette méthode est inefficace après la levée des mauvaises herbes.

Le sarclage entre les rangs contribue aussi à la répression des mauvaises herbes. L'efficacité du sarclage dépend de l'habileté de l'opérateur, de la machine et de son réglage.

Sous des conditions de sol humides qui empêchent le tracteur de circuler dans le champ, les mauvaises herbes peuvent croître au point de rendre inefficace tout désherbage mécanique et de rendre tout aussi inefficaces les herbicides de post-levée. C'est la raison pour laquelle certains agriculteurs continuent à inclure l'application d'herbicides de pré-levée dans leurs systèmes.

Appliquez l'herbicide en bandes au-dessus du rang.

L'application d'herbicide en bandes au-dessus du rang avant la levée des plantes réduit la superficie à traiter et la quantité de produit nécessaire. Les zones entre les rangs peuvent être sarclées ou traitées avec des herbicides de post-levée.

Utilisez des herbicides de post-levée plutôt que ceux qui sont appliqués au sol.

Le fait d'attendre jusqu'à la levée des mauvaises herbes facilite l'identification des espèces auxquelles il faut s'attaquer. Cette méthode exige un bon dépistage et des conditions météorologiques propices lors de l'application. Cette solution, qui est plus exigeante aussi pour l'agriculteur, n'est préconisée que si le bon type d'herbicide existe pour la culture et que si son coût est raisonnable.

Considérez le seuil économique de répression.

Détruire chaque mauvaise herbe dans un champ exigerait des épandages massifs et coûteux. Il ne faut recourir aux herbicides que si les avantages du traitement sont supérieurs à son coût; d'autant plus quand il s'agit d'herbicides de post-levée.

Pour compliquer la décision, les mauvaises herbes qui émergent d'un sol préalablement traité, sont souvent moins envahissantes que celles des champs non traités. L'autre facteur à considérer est le nombre de graines de mauvaises herbes produites. Si la mauvaise herbe produit beaucoup de graines (ex. : abutilon) dans un champ n'ayant jamais été infesté par cette mauvaise herbe, le traitement est recommandé. Par contre, s'il y a peu de mauvaises herbes, on recommande de recourir au désherbage manuel.

Rappelez-vous que les mauvaises herbes qui apparaissent tard dans la saison n'affectent pas autant les rendements.

On s'attaque aux mauvaises herbes lorsque la plante est le plus vulnérable et que les rendements sont en jeu. En Ontario, dans le cas du maïs, on doit le faire, selon la densité de la mauvaise herbe, entre le début du stade de trois feuilles et celui de la dixième feuille. Quelle que soit la pression des mauvaises herbes, la protection jusqu'au stade de la quatorzième feuille maintiendra les rendements. Les applications de pesticides sur des poussées plus tardives de mauvaises herbes peuvent vous sécuriser et empêcher les mauvaises herbes de monter en graines mais n'apportent rien du point de vue du rendement.

Évitez les traitements d'urgence.

Pour éviter les passages de machinerie en réaction à l'apparition d'une poussée de mauvaises herbes, il importe de connaître les espèces auxquelles on doit s'attendre et d'utiliser les herbicides qui les élimineront.

Évaluez le programme de lutte contre les mauvaises herbes.

Laissez une petite bande de terrain non traitée pour évaluer, par comparaison, l'efficacité des modes de répression employés. Il est toujours possible par la suite de brûler cette zone à l'aide d'un pulvérisateur portatif si l'on craint la production de semences de mauvaises herbes.

Le désherbage manuel est un bon moyen de supprimer une mauvaise herbe avant qu'elle ne s'implante.

QUELLES SONT LES RISQUES DE PERTES DE PESTICIDES?

Les pertes de pesticides dépendent de plusieurs facteurs.

FACTEURS RESPONSABLES DES PERTES DE PESTICIDES

FACTEURS CHIMIQUES :	Solubilité	• Les pesticides solubles sont facilement transportés par l'eau et présentent plus de risques de lessivage.
	Adhésion aux particules de sol	• Certains produits chimiques adhèrent très fortement aux particules de sol, si bien qu'ils présentent peu de risques de pertes.
	Taux de dégradation (demi-vie)	• Un produit chimique persistant présente plus de risques de pertes qu'un autre qui se dégrade rapidement.
	Taux d'application	• Plus le taux d'application d'un produit chimique est faible, moins grands sont les risques qu'il s'éloigne de sa cible.
	Moment des applications	• Les produits chimiques appliqués à l'automne ou au début du printemps présentent davantage de risques de pertes.
FACTEURS DE SOLS :	Texture	• Les pertes sont plus grandes dans les sols sableux, du fait qu'ils se drainent plus facilement et se lient moins bien aux produits chimiques.
	Pente	• Les pesticides qui se lient aux particules de sol se perdent plus facilement sur les pentes abruptes vulnérables à l'érosion.
	Profondeur de la nappe phréatique	• Les risques de contamination sont plus grands quand la nappe phréatique est à faible profondeur. Au printemps et à l'automne, lorsque la nappe phréatique est haute, les produits chimiques risquent davantage de contaminer les eaux souterraines
FACTEURS D'APPLICATION :	Conditions atmosphériques suivant la pulvérisation	• De fortes pluies dans les jours qui suivent la pulvérisation peuvent entrainer de fortes proportions de produits chimiques.
	Précautions prises par l'opérateur	• Des taux excessifs, des pulvérisateurs non calibrés, de la négligence au niveau de la manipulation, un épandage à trop faible distance d'un cours d'eau ou par temps venteux sont autant de facteurs qui augmentent les pertes.

SOYEZ VIGILANTS DANS L'EMPLOI DE PESTICIDES

Prévenez la contamination de la nappe souterraine.

Ne remplissez jamais l'épandeur directement du puits. Le puits est une conduite directe à la nappe souterraine. Des déversements à proximité de puits peuvent contaminer la nappe souterraine de différentes façons :

- directement de la surface;
- à travers les ouvertures à la base de la pompe;
- à travers la terre autour du puits.

La contamination peut aussi être provoquée par le refoulement. Le refoulement est causé par la gravité et s'entend du retour des liquides du pulvérisateur au puits quand la pompe est éteinte. Pour éviter le refoulement :

QUELLES SONT LES RISQUES DE PERTES DE PESTICIDES?

Les pertes de pesticides dépendent de plusieurs facteurs.

FACTEURS RESPONSABLES DES PERTES DE PESTICIDES		
FACTEURS CHIMIQUES :	Solubilité Adhésion aux particules de sol Taux de dégradation (demi-vie) Taux d'application Moment des applications	• Les pesticides solubles sont facilement transportés par l'eau et présentent plus de risques de lessivage. • Certains produits chimiques adhèrent très fortement aux particules de sol, si bien qu'ils présentent peu de risques de pertes. • Un produit chimique persistant présente plus de risques de pertes qu'un autre qui se dégrade rapidement. • Plus le taux d'application d'un produit chimique est faible, moins grands sont les risques qu'il s'éloigne de sa cible. • Les produits chimiques appliqués à l'automne ou au début du printemps présentent davantage de risques de pertes.
FACTEURS DE SOL :	Texture Pente Profondeur de la nappe phréatique	• Les pertes sont plus grandes dans les sols sableux, du fait qu'ils se drainent plus facilement et se lient moins bien aux produits chimiques. • Les pesticides qui se lient aux particules de sol se perdent plus facilement sur les pentes abruptes vulnérables à l'érosion. • Les risques de contamination sont plus grands quand la nappe phréatique est à faible profondeur. Au printemps et à l'automne, lorsque la nappe phréatique est haute, les produits chimiques risquent davantage de contaminer les eaux souterraines
[illegible]	Conditions atmosphériques suivant la pulvérisation Précautions prises par l'opérateur	• De fortes pluies dans les jours qui suivent la pulvérisation peuvent entraîner de fortes proportions de produits chimiques. • Des taux excessifs, des pulvérisateurs non calibrés, de la négligence au niveau de la manipulation, un épandage à trop faible distance d'un cours d'eau ou par temps venteux sont autant de facteurs qui augmentent les pertes.

SOYEZ VIGILANTS DANS L'EMPLOI DE PESTICIDES

Prévenez la contamination de la nappe souterraine.

Ne remplissez jamais l'épandeur directement du puits. Le puits est une conduite directe à la nappe souterraine. Des déversements à proximité de puits peuvent contaminer la nappe souterraine de différentes façons :

- ▸ directement de la surface;
- ▸ à travers les ouvertures à la base de la pompe;
- ▸ à travers la terre autour du puits.

La contamination peut aussi être provoquée par le refoulement. Le refoulement est causé par la gravité et s'entend du retour des liquides du pulvérisateur au puits quand la pompe est éteinte. Pour éviter le refoulement :

- Assurez-vous que le boyau de remplissage ou la buse reste au-dessus du niveau de liquide dans le pulvérisateur. Vous gardez ainsi un espace d'air entre l'eau et les pesticides. Ne submergez le boyau d'eau ou la buse que s'ils sont pourvus de valves spéciales qui empêchent le refoulement.

Évitez de laver ou de rincer le pulvérisateur près d'un puits.

Prévenez la contamination de l'eau de surface.

Respectez les mêmes recommandations que pour le puits. Ne remplissez jamais le réservoir du pulvérisateur directement de l'eau de surface telle que les bassins, les fossés ou les lacs. Rincez et nettoyez le pulvérisateur loin de l'eau de surface.

Protégez l'eau de surface de l'arrosage.

Le meilleur moyen de protéger un cours d'eau est de garder une zone tampon de végétation entre ce cours d'eau et le champ en culture. La zone tampon réduit les risques d'écoulement des pesticides dans le cours d'eau.

Prévenez la contamination des eaux de surface en aménageant une zone tampon.

Évitez d'arroser si l'on prévoit une forte pluie.

Une forte pluie, immédiatement après l'application, peut emporter jusqu'à 5% d'atrazine et 3% de métalachlor (Dual). Une pluie, une semaine après l'application, ne cause pas de pertes significatives. S'il pleut immédiatement après une application d'herbicide de post-levée, l'efficacité du traitement diminue. Les répercussions varient selon le produit. Aussi faut-il bien lire l'étiquette.

Surveillez de près les taux d'application. Calibrez avec précision le pulvérisateur.

Appliquez les pesticides selon les taux recommandés. Si plusieurs taux sont possibles, tenez compte du type de sol et de la gravité du problème. Calibrez votre pulvérisateur avec précision pour obtenir le bon taux d'application. Une surutilisation de pesticides coûte cher, est une forme de gaspillage et augmente inutilement la teneur du sol en pesticides. Certains herbicides subsistent dans le sol et causent du tort à la culture subséquente.

Lorsque vous pulvérisez, réduisez la dérive des pesticides.

Les gouttes larges dérivent moins que les gouttes fines. La pulvérisation à basse pression produit les gouttes larges désirées. Si les pesticides sont pulvérisés en pré-semis ou en pré-levée, utilisez de grosses gouttes. Après la germination, l'application requiert des gouttes de grosseur moyenne. Un autre moyen de réduire la dérive est d'augmenter le volume d'eau (plus de 170 L/ha (10 gal/acre)) et d'utiliser de plus grosses buses. Si les vents dépassent les 8 km/h (5 m/h), retardez l'arrosage.

Réduisez la teneur du sol en pesticides.

Plus on applique de pesticides, plus les risques de contamination de l'eau souterraine et de l'eau de surface sont grands. Les herbicides appliqués adéquatement se dégraderont avant d'être lessivés vers l'eau souterraine. Cependant, les eaux de ruissellement peuvent aussi contenir des pesticides. Si le traitement réussit, essayez la prochaine fois de régler le taux d'application au minimum prescrit. Sachez que tous les pesticides ont leurs inconvénients et que ceux-ci ont plus de chances d'apparaître aux taux d'application les plus faibles.

Il est arrivé qu'on retrouve des herbicides tels que l'atrazine, le métolachlore (Dual), le métribuzine (Sencor et Lexone) et le simazine (Princep) dans les eaux souterraines et de surface. Consultez le tableau suivant pour connaître les risques de pertes associés à différents herbicides.

RISQUES DE PERTES ASSOCIÉS À CERTAINS PRODUITS CHIMIQUES

PESTICIDE	PERTES DUES AU RUISSELLEMENT	PERTES DUES AU LESSIVAGE
ATRAZINE	Moyennes	Grandes
BANVEL	Petites	Grandes
BASAGRAN	Petites	Moyennes
BLADEX	Moyennes	Moyennes
2,4-D AMINE	Moyennes	Moyennes
DUAL	Moyennes	Moyennes
FUSILADE	Grandes	Petites
LEXONE, SENCOR	Moyennes	Grandes
LINURON	Grandes	Moyennes
POAST	Petites	Petites
ROUNDUP	Grandes	Petites
TREFLAN	Grandes	Petites
COUNTER	Moyennes	Petites
DYFONATE	Grandes	Moyennes
BAYLETON	Moyennes	Moyennes
TILT	Moyennes	Moyennes

REMARQUE Ce tableau est fondé sur les caractéristiques chimiques des ingrédients actifs. Les risques varient aussi en fonction des caractéristiques liées à l'épandage.

Respectez les mises en garde et sachez comment réagir en cas d'urgence.

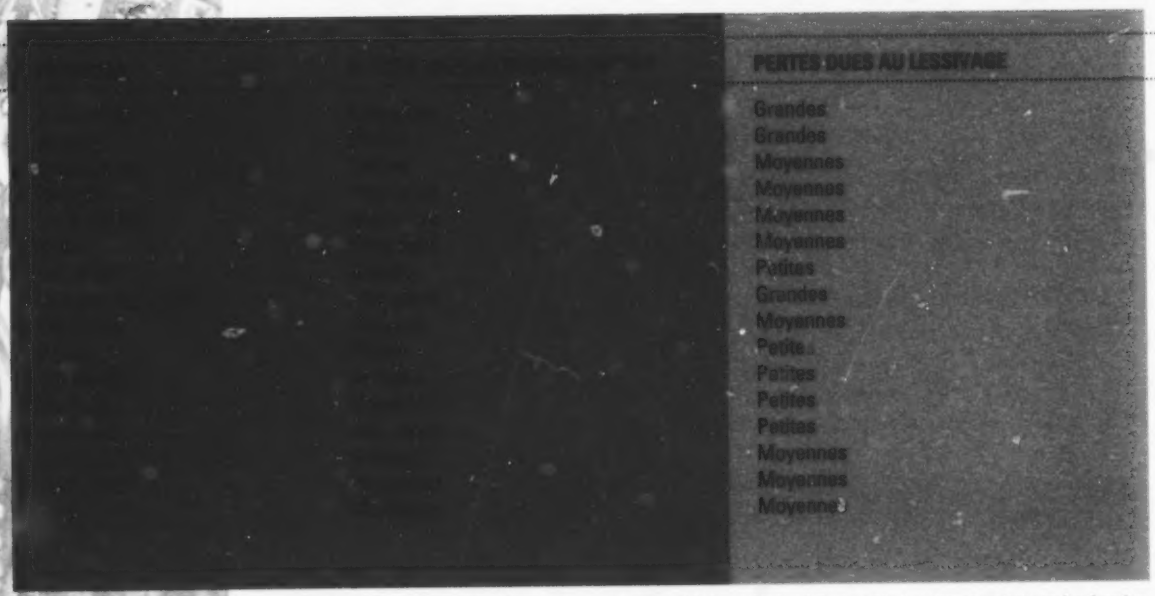
Lisez attentivement toutes les étiquettes des produits. Portez des vêtements protecteurs et avez des plans d'action en cas de déversement ou d'empoisonnement. Affichez les numéros de téléphone d'urgence avec du matériel et informez bien votre famille de la teneur des mesures d'urgence.

S'il se produit un déversement, contenez-le à l'endroit où il s'est produit et demandez ensuite l'aide du ministère de l'Environnement pour le nettoyage.

Pratiques de gestion optimales des pesticides

- ► Alternez les familles de pesticide.
- ► Réduisez l'emploi de produits chimiques.
- ► Calibrez le pulvérisateur et appliquez les pesticides avec soin.
- ► Pratiquez la rotation des cultures.
- ► Utilisez des zones tampons et des cultures couvre-sol.
- ► Respectez les modes d'emploi des produits.

Il est arrivé qu'on retrouve des herbicides tels que l'atrazine, le métalachlor (Dual), le métribuzine (Sencor et Lexone) et le simazine (Princep) dans les eaux souterraines et de surface. Consultez le tableau suivant pour connaître les risques de pertes associés à différents herbicides.



	PERTES DUES AU LESSIVAGE
	Grandes
	Grandes
	Moyennes
	Moyennes
	Moyennes
	Moyennes
	Petites
	Grandes
	Moyennes
	Petites
	Petites
	Petites
	Petites
	Moyennes
	Moyennes
	Moyennes

REMARQUE : Ce tableau est fondé sur les caractéristiques chimiques des ingrédients actifs. Les risques varient aussi en fonction des caractéristiques liées à l'épandage.

Respectez les mises en garde et sachez comment réagir en cas d'urgence.

Lisez attentivement toutes les étiquettes des produits. Portez des vêtements protecteurs et ayez des plans d'action en cas de déversement ou d'empoisonnement. Affichez les numéros de téléphone d'urgence près du téléphone et informez bien tout le monde à la ferme des mesures d'urgence.

S'il se produit un déversement, confinez-le à l'endroit où il s'est produit et demandez ensuite l'aide du ministère de l'Environnement pour le nettoyage.

Pratiques de gestion optimales des pesticides

- ▶ Alternez les familles de pesticide.
- ▶ Réduisez l'emploi de produits chimiques.
- ▶ Calibrez le pulvérisateur et appliquez les pesticides avec soin.
- ▶ Pratiquez la rotation des cultures.
- ▶ Utilisez des zones tampons et des cultures couvre-sol.
- ▶ Respectez les modes d'emploi des produits.

Il est important pour l'évaluation de vos pratiques de bien planifier vos cultures et de tenir des registres détaillés des résultats obtenus. Les registres permettent d'identifier les facteurs de réussite, mais surtout les facteurs d'échec. Il est bon de se reporter à des notes pour cerner un problème. La mémoire seule ne permet pas de rassembler suffisamment d'éléments d'information pour fournir les réponses recherchées.

Voici les données à conserver pour chaque champ:

- Applications de pesticides, d'engrais et de fumier.
- Variétés de semences.
- Taux et dates d'application.
- Conditions atmosphériques au moment des pulvérisations (température de l'air, vitesse du vent, humidité relative, etc.)
- Conditions de sol au moment des opérations culturales.
- Rendements et qualité des récoltes.

Évaluez le succès de votre gestion et comparez vos résultats à ceux des programmes de recherche. Il se peut que vous puissiez apporter des améliorations auxquelles vous n'avez pas pensé.

L'Association pour l'amélioration des sols et des récoltes de l'Ontario diffuse des registres à cet effet.

APPRÉHENDER LA NOUVEAUTÉ

UNE ÉTUDE SYSTÉMATIQUE

Un système de production des cultures réunit toutes les composantes que vous pouvez modifier, dont les pratiques de production, les produits utilisés et les caractéristiques du sol.

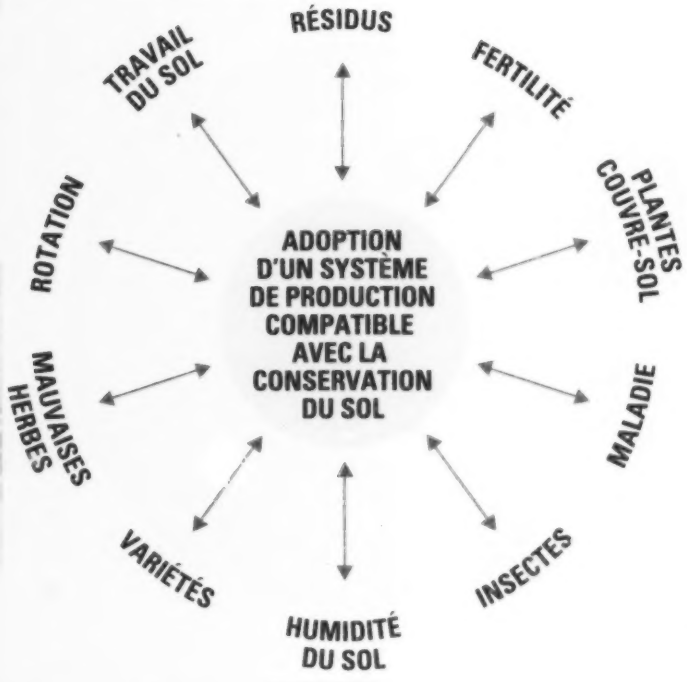
Pour maintenir la rentabilité d'une production de grandes cultures, il vous faut envisager un système de conservation du sol. L'efficacité sur le plan environnemental et la rentabilité d'un système de production compatible avec la conservation du sol passent par une étude attentive de chacune des composantes d'un tel système.

Le système que vous allez élaborer doit convenir à votre ferme. Commencez par bien analyser les points suivants:

- ▶ La topographie.
- ▶ Le type de sol.
- ▶ Les besoins du troupeau.

Renseignez-vous sur les effets éventuels de chacun des changements envisagés pour vous assurer qu'ils sont utiles et profitables.

- ▶ Beaucoup de composantes sur lesquelles vous exercez un contrôle sont énumérées à l'extérieur du cercle de la production des cultures.
- ▶ Chaque composante influence le système de production et le système influence chaque composante. Toute modification d'une composante du système, travail du sol ou herbicides, par exemple, peut déclencher une réaction en chaîne. Il faut donc vous arrêter aux conséquences qu'un changement peut avoir sur les autres composantes (voir les exemples).
- ▶ Si vous combinez des pratiques et des produits complémentaires, les rendements des cultures augmenteront.
- ▶ Toute nouvelle pratique a une influence sur les autres composantes du système, quel que soit le système de travail du sol utilisé.
- ▶ Le travail du sol n'est qu'une composante de la production des cultures. Une modification au système de travail du sol n'influence pas nécessairement davantage le rendement qu'une modification à une autre composante.
- ▶ L'adoption de cette attitude face aux nouvelles pratiques de production des cultures améliore les chances de succès.



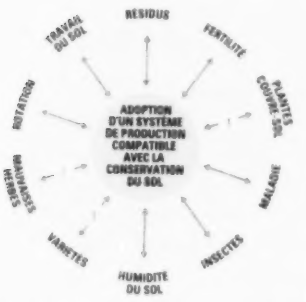
Don Lobb

Composantes d'un système de production.

LE SYSTÈME EN MARCHE

Voyons quelques exemples :

Un producteur qui pratique le déchaumage au chisel ou le labour traditionnel décide d'établir une culture de trèfle rouge dans une culture de blé (1). Il vise ainsi à améliorer la structure du sol et à réduire les apports d'azote produit commercialement pour la culture de maïs qui suit.

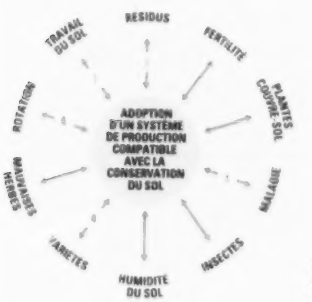


Don Lobb

À cause de ce changement, il n'est pas possible de lutter contre le liseron des champs à l'automne, car l'herbicide habituellement utilisé tuerait le trèfle (2).

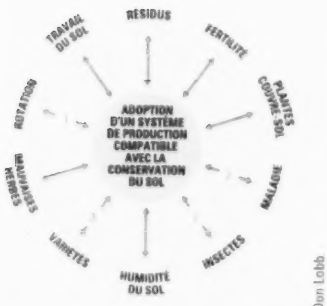
Le système oblige donc à modifier le programme de répression des mauvaises herbes pour lutter contre le liseron. Il faudra à l'avenir épandre l'herbicide lorsque le liseron est en fleur, pendant la saison de croissance du maïs. Or, la variété de maïs doit pouvoir tolérer l'herbicide (3); il faut donc sélectionner un nouvel hybride afin de maintenir le rendement.

On voit qu'un seul changement déclenche une réaction en chaîne. Un changement au niveau des plantes couvre-sol amène une modification du programme de lutte contre les mauvaises herbes qui, à son tour, oblige à modifier la variété de maïs.



Don Lobb

Dans l'exemple qui suit, le producteur décide de produire du maïs selon la méthode du semis direct afin de réduire l'érosion du sol et les coûts de l'équipement. La réaction en chaîne sera la suivante: le passage au semis direct (1) amène une augmentation des résidus (2) qui, à leur tour, augmentent les risques de maladie de la tige (3). Le producteur se voit forcé de sélectionner une variété de maïs résistante à cette maladie (4) ou de changer la rotation des cultures (4) pour limiter la propagation de cette même maladie l'année suivante.



Don Lobb

Enfin, un producteur pratiquant la culture sur billons décide de faire passer ses cultures en rotation de maïs-maïs-soya à maïs-soya-blé dans le double but d'éliminer le recours à un insecticide contre la chrysomèle des racines du maïs et d'améliorer la qualité des tiges de maïs. Il choisit donc une nouvelle variété pour être certain que le rendement du maïs augmentera. La réaction en chaîne est la suivante: le changement des cultures en rotation (1) réduit l'usage de pesticides (2), réduit l'incidence de la maladie (2) et amène un changement de la variété de maïs (3).

Pour que votre système réussisse, vous devez analyser les effets de tout changement sur l'ensemble des composantes du système.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – TRADITIONNEL

Les champs travaillés selon les techniques traditionnelles le sont habituellement à l'aide de la charrue à versoirs.

Comme il est indiqué dans l'introduction, on entend ici par travail du sol traditionnel tout système qui laisse moins de 30% de résidus à la surface du sol. Ces systèmes reposent souvent sur l'utilisation de la charrue à versoirs de concert avec d'autres outils aratoires.

La section qui suit nous informe sur les pratiques de gestion optimales qui visent à maintenir la qualité du sol et à diminuer les pertes de sol.

GESTION DU SOL

Une bonne structure de sol est toujours importante quel que soit le sol qu'on cultive.

Certains systèmes traditionnels laissent très peu de résidus ou de débris végétaux pouvant être retournés au sol. Pour cette raison, certains sols ont une piètre structure et se travaillent mal. Pour améliorer la structure d'un sol et en accroître la fertilité dans un système traditionnel, on préconise d'adopter des pratiques qui rendent à la terre une certaine quantité de matière organique, notamment en semant des plantes couvre-sol, en pratiquant la rotation des cultures, en ajoutant du fumier ou en réduisant le travail du sol afin de laisser des résidus en surface.

PERTES DE SOL DUES AU TRAVAIL DU SOL TRADITIONNEL

Le travail du sol traditionnel reposant sur l'emploi de la charrue à versoirs est une pratique culturale qui cause les plus hauts risques d'érosion. Les pertes de sol varient selon l'importance du ruissellement, la pente, la teneur du sol en matière organique et la quantité de résidus en surface. Les sols labourés à l'automne et laissés avec peu ou pas de résidus accusent des pertes de sol plus grandes que dans n'importe quel autre système cultural.

Pour réduire l'érosion causée par le travail du sol traditionnel:

- Laisser une couverture végétale à la surface. Inclure dans la rotation des plantes fourragères ou semer des plantes couvre-sol entre les cultures régulières.
- Augmenter la quantité de résidus. Modifier la charrue afin qu'elle laisse plus de résidus à la surface.
- Labourer en travers de la pente selon les courbes de niveau.
- Semer les cultures en rangs en travers de la pente selon les courbes de niveau plutôt que de haut en bas.
- Cultiver en bandes alternées. Semer en alternant au moins deux cultures différentes dans un même champ, comme par exemple des céréales ou une prairie de fauche avec des cultures sarclées. Faire les semis selon les courbes de niveau.
- Aménager des terrasses. Les terrasses sont des structures qui contrôlent l'écoulement de l'eau dans un champ.

Pour en connaître davantage sur les terrasses, la culture en bandes et selon les courbes de niveau, se reporter à la section «Travaux de conservation».

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – TRADITIONNEL

Érosion due au travail du sol

Il est facile de voir, un peu partout en Ontario, les signes de pertes de sol sur le haut des pentes des terres agricoles. Parmi les signes les plus évidents, mentionnons l'apparition du sous-sol et les rangées de crevasses sur les pentes des buttes et des monticules. Les cas graves d'érosion du haut des pentes sont causés par un processus appelé «déplacement par travail du sol». Lorsqu'on travaille le sol, les outils aratoires soulèvent la terre et la déplacent vers l'avant. La force de gravité, quant à elle, attire le sol instable vers le bas de la pente. Le résultat final est le déplacement du sol vers le bas des pentes en raison des travaux du sol.

Des recherches menées en Ontario estiment à 100tonnes par hectare les pertes de sol annuelles sur le haut des pentes. Si on tient compte des pertes additionnelles occasionnées par l'eau et le vent, ce chiffre peut monter à 150tonnes par hectare. Un niveau de pertes acceptable serait de quatre tonnes par hectare.

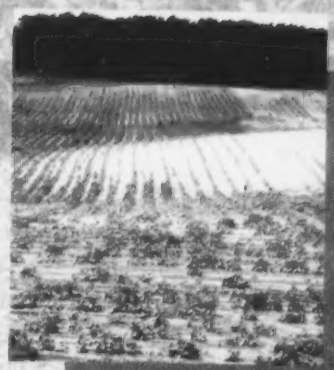
Pour réduire l'érosion due au travail du sol, suivre les étapes suivantes:

- Réduire le nombre de passages. Éliminer tous les passages inutiles dans les champs.
- Réduire l'intensité des travaux du sol. Le déplacement du sol s'accroît avec la vitesse d'avancement de la machinerie et la profondeur de travail du sol.
- Varier le parcours de la machinerie. Le fait d'exécuter les travaux aratoires en suivant toujours le même tracé, année après année, donne des zones qui sont travaillées continuellement dans le même sens, soit vers le bas, soit vers le haut de la pente. Cela se traduit par des pertes accrues à certains endroits du champ et, à long terme, par des rendements plus inégaux. Changer de tracé aussi souvent que possible afin que le sol soit travaillé autant dans un sens que dans l'autre.
- Réduire la taille de la machinerie utilisée. L'effet naturel de chaque outil aratoire est de niveler le sol. En conséquence, si on réduit la largeur de l'outil, le degré de nivellement sera différent.
- Adopter d'autres systèmes de travail du sol. Si une terre est particulièrement vulnérable à l'érosion due au travail du sol, essayer un système de semis direct ou de déchaumage au chisel).
- Mettre la terre en jachère. Lorsqu'il est devenu impossible de réduire l'érosion due au travail du sol ou lorsqu'il est devenu trop dispendieux de remettre la terre en état, mieux vaut considérer la mise en jachère de la parcelle.
- Labourer suivant les courbes de niveau.

Remise en état des parcelles gravement érodées

Les parcelles gravement érodées ne peuvent offrir de bons rendements, car elles sont peu fertiles, retiennent peu l'eau et ont une piètre structure de sol. La couche de sol la plus productive se trouve à la surface, et c'est cette même couche qui est la première victime de l'érosion.

Pour corriger les problèmes d'érosion sur les pentes et les monticules, épandre régulièrement du fumier. Si l'apport de fumier est régulier et conforme aux taux recommandés, il augmente la teneur du sol en matière organique et améliore les conditions des sols gravement affectés. Une rotation des cultures incluant des plantes fourragères et l'établissement d'une culture d'engrais vert comme le trèfle rouge contribuent aussi à la remise en état de la terre.



Des monticules que l'on voit recouverts d'une couche de sous-sol de couleur claire témoignent d'une érosion passée causée par le travail du sol, le vent et l'eau.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – TRADITIONNEL

Pratiques de gestion optimales du sol :

Inclure les mesures suivantes dans les pratiques culturales :

- ▶ Des rotations qui comprennent des plantes fourragères.
- ▶ Des plantes couvre-sol qui protègent le sol et l'enrichissent de matière organique.
- ▶ Du fumier incorporé dans quelques pouces de couche superficielle du sol.
- ▶ Une réduction du nombre de passages afin de laisser les résidus à la surface du sol.
- ▶ Une diminution de la profondeur et de la vitesse de travail du sol afin de réduire les risques d'érosion qui en découlent.

GESTION DES RÉSIDUS

Normalement, dans un système traditionnel, il n'est pas question de gestion des résidus. On enfouit les résidus dans le sol et celui-ci demeure exposé. Il est néanmoins possible, dans un système traditionnel, de bénéficier de certains des avantages d'une couche de résidus en surface.

Des modifications à la machinerie permettent de laisser une certaine quantité de résidus à la surface du sol. Voir la section sur la machinerie pour avoir une idée des modifications possibles. Dans le cas des sols à texture plus légère, on recommande de labourer au printemps plutôt qu'à l'automne. On peut réserver pour le printemps les cultures qui laissent peu de résidus après la récolte et se contenter de travailler le sol à l'aide d'un cultivateur ou d'un pulvériseur.

Les plantes couvre-sol fournissent un apport supplémentaire de résidus qui protègent le sol. On devrait essayer de laisser les cultures à la surface du sol le plus longtemps possible afin de réduire l'érosion au printemps. Les plantes couvre-sol doivent toutefois être détruites soit mécaniquement, soit à l'aide d'herbicides pour éviter qu'elles ne se transforment en mauvaises herbes dans la culture qui suit.

La rotation doit comprendre à la fois des plantes à feuilles larges et des graminées.

ROTATION DES CULTURES

La rotation des cultures est une pratique de gestion optimale. Une rotation de courte durée qui repose sur une alternance de graminées et de plantes à feuilles larges (comme par exemple, maïs-soya-blé-trèfle rouge) contribue à réduire l'érosion, à éliminer les problèmes d'insectes, de mauvaises herbes et de maladies en plus de mieux répartir la charge de travail sur la saison de croissance. Le fait d'inclure une légumineuse comme la luzerne dans la rotation améliore par ailleurs la structure du sol, enrichit le sol de matière organique et fournit de l'azote à la culture qui suit.

GESTION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS

Les pratiques de gestion optimales des éléments nutritifs dans un système traditionnel ont été exposées dans la section «Notions de base».

Rappelons l'importance de faire des analyses de sol et de bien connaître les besoins nutritifs des cultures. Les taux d'application des fertilisants doivent tenir compte des épandages de fumier ou des cultures de légumineuses comprises dans la rotation.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – TRADITIONNEL

LUTTE ANTIPARASITAIRE

Dans un système traditionnel, il est important d'inspecter les champs pour bien identifier les mesures de lutte antiparasitaire qui s'imposent. Toujours respecter le mode d'emploi quand on utilise des produits chimiques. La section intitulée «Notions de base» traite des principales pratiques de gestion applicables à la lutte antiparasitaire dans un système traditionnel.

MACHINERIE

LES BUTS DU TRAVAIL DU SOL

Aération du sol - Le travail du sol ameublit et aère le sol.

Gestion des résidus - Le travail du sol enfouit les résidus, les incorpore au sol, les laisse à la surface ou les hache. En trop faible quantité, les résidus offrent peu de protection contre l'érosion ou l'encroûtement, tandis qu'en trop grande quantité, ils peuvent nuire au bon fonctionnement de certains semoirs et des outils aratoires.

Incorporation des engrais - Le travail du sol incorpore le fumier et les engrais dans le sol.

Répression des mauvaises herbes - Le travail du sol détruit les mauvaises herbes en enfouissant leurs semences et en dérangeant les plants.

Ameublissement de la terre - Le travail du sol crée un mélange de particules de tailles diverses qui favorise le contact entre le sol et la semence et facilite le fonctionnement des semoirs.

Incorporation des herbicides - Le travail du sol améliore, en les incorporant dans le sol, l'efficacité des herbicides appliqués en pré-plantation avec incorporation.

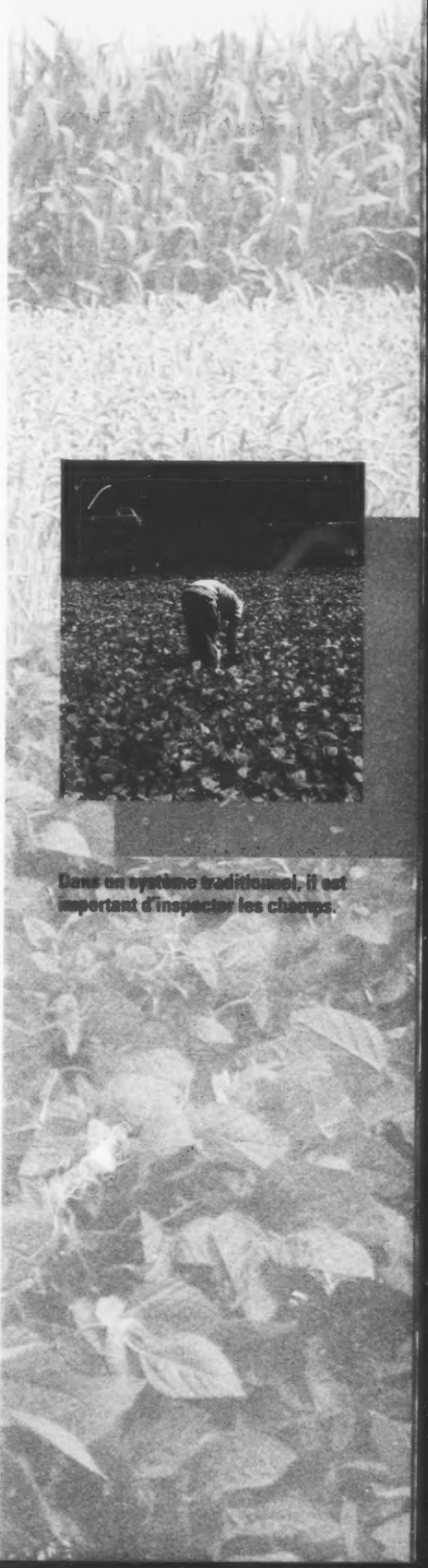
Gestion de l'humidité - Le travail du sol réduit les risques d'humidité excessive du sol lors des semis. Les sols nus sèchent plus vite et se réchauffent plus rapidement que les sols couverts de résidus.

Structure du lit de semence

L'un des buts du travail du sol est de créer un milieu favorable à la germination et à la croissance des plantes en assurant un bon contact entre la semence et le sol. En vue des semis dans des sols à texture fine tels que les argiles et loams argileux, il est important d'ameublir la surface et de réduire la taille des mottes.

Le labour d'automne, qu'on appelle aussi travail du sol primaire, consiste à briser et à ameublir le sol afin de permettre une meilleure pénétration des racines. L'action du gel réduit la taille des particules et accroît par le fait même la superficie disponible aux racines.

Le travail du sol superficiel crée une couche de sol dont la taille des agrégats se situe entre 0.5 et 5mm (0.02 - 0.2 po) de diamètre, soit la taille la plus propice à un bon contact entre la semence et le sol. On favorise ainsi la germination et on diminue les pertes d'humidité par évaporation. Il faut éviter de pulvériser le sol, car une forte précipitation forme alors une croûte qui rend impossible la pénétration des jeunes racines. Il est essentiel d'ameublir davantage le lit de semence dans les sols secs afin que l'humidité des couches profondes du sol puisse remonter à la surface.



Dans un système traditionnel, il est important d'inspecter les champs.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – TRADITIONNEL

Une charrue bien réglée laisse une certaine quantité de résidus à la surface du sol.

OUTILS DE TRAVAIL PRIMAIRE

La charrue à versoirs

La charrue à versoirs soulève et fragmente le sol. Elle incorpore aussi les résidus, les fumiers et les engrais dans le sol. Le labour est la première étape en vue de la préparation du lit de semence. Un labour mal exécuté n'est pas uniforme et nécessite des passages additionnels au printemps pour corriger le profil de la terre.

Il existe, pour la plupart des charrues à versoirs, une fourchette précise de vitesses d'avancement qui assure des rendements optimaux. À basse vitesse, la charrue ne fragmente pas suffisamment le sol et laisse trop de résidus à la surface; à vitesse plus grande, la terre est davantage pulvérisée et une plus grande quantité de résidus est enfouie.

Labour d'automne

Dans le cas des sols plus lourds (argiles, loams argileux), le labour d'automne doit laisser la surface grossière et avec des mottes. Par la suite, l'action du gel fissure davantage les mottes de terre. L'action du gel durant la saison hivernale est essentielle à l'amélioration de la structure des sols lourds. Lorsque l'eau contenue dans la terre gèle, le stress qui en résulte désagrège les particules de sol et en réduit la taille. Après plusieurs cycles gel-dégel, la taille moyenne des mottes se trouve réduite. L'automne, on doit éviter de travailler le sol en surface ou de le pulvériser afin de ne pas le soumettre à l'érosion.

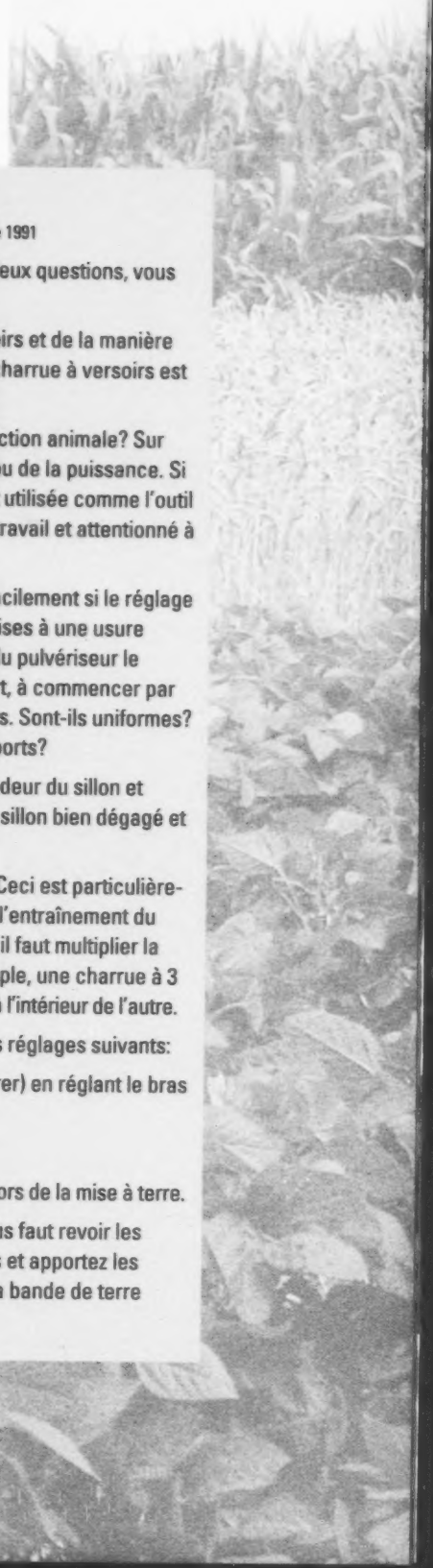
Labour de printemps

Le labour de printemps convient aux sols plus légers comme les sables et les loams sableux. Pour un labour de printemps, les recommandations ne sont pas les mêmes que pour un labour d'automne. Au printemps, on veut que la charrue laisse une texture ameublie et fine. Si le sol est sec, on peut traîner derrière la charrue soit une herse, soit un cultipacker. On prévient ainsi l'assèchement excessif et on obtient en même temps un lit de semence acceptable. Il faut parfois faire d'autres travaux de surface après le labour pour obtenir un lit de semence adéquat. C'est la culture et l'état des champs après le labour qui déterminent la nécessité de tels travaux.

Le labour de printemps n'est pas recommandé dans les sols lourds. Si le sol n'est pas suffisamment sec lors du labour de printemps, il peut y avoir formation de mottes difficiles à briser lors du travail superficiel du sol. On obtient un piètre lit de semence qui a tendance à s'assécher durant la saison de croissance. Au printemps, les sols sont souvent mouillés au moment des labours. Or un labour pratiqué lorsque le sol est mouillé est une cause de compactage, lequel endommage le sol et abaisse les rendements des cultures.

En labourant au printemps plutôt qu'à l'automne, on réduit l'érosion du sol. Dans les sols plus légers comme les sables et les loams sableux recouverts d'une faible quantité de résidus à la surface (chaume de soya), on peut éliminer complètement le labour et se contenter de travailler le sol en surface. On élimine ainsi l'érosion et on contribue à préserver l'humidité du sol.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – TRADITIONNEL



Régler une charrue n'est pas aussi facile qu'on le pense

Par Ron Bailey, Collège de technologie agricole de New Liskeard. Article tiré du Ontario Farmer, numéro du 13 novembre 1991

Avez-vous fini vos labours? En êtes-vous satisfait? Si vous avez répondu par l'affirmative à ces deux questions, vous n'avez pas besoin de lire cet article. Il ne s'adresse pas à vous!

Si vous lisez toujours, c'est donc que cet article vous concerne, car il traite des charrues à versoirs et de la manière de les régler. C'est un fait que, de tous les instruments, y compris la moissonneuse-batteuse, la charrue à versoirs est celui qui est le plus difficile à régler et à utiliser.

Avez-vous jamais eu l'occasion d'étudier la complexité et les réglages d'une vieille charrue à traction animale? Sur ces modèles, on ne pouvait compenser un mauvais réglage par une augmentation de la vitesse ou de la puissance. Si on voulait que l'équipe de chevaux travaille toute la journée, il fallait que la charrue soit réglée et utilisée comme l'outil de précision qu'elle était. La charrue tranchait le sol et retournait le sillon. Le fermier fier de son travail et attentionné à son attelage ne pouvait se permettre d'utiliser une charrue mal réglée.

La situation est la même de nos jours, si ce n'est qu'il est possible aujourd'hui de s'en tirer plus facilement si le réglage est mauvais. On change la vitesse, la consommation d'essence s'accroît et les pièces sont soumises à une usure coûteuse et inutile. Sans compter qu'un travail mal fait oblige à faire des passages additionnels du pulvériseur le printemps suivant. En réalité, il est bien plus facile de faire le travail comme il se doit dès le départ, à commencer par ce qui se fait dans la cour. Vous devez donc vérifier la charrue, observer l'alignement des versoirs. Sont-ils uniformes? Si vous doutez, mesurez les versoirs d'une pointe à l'autre. Vous aurez peut-être à régler les supports?

Vérifiez maintenant les coutres. Réglez-les de manière à ce qu'ils découpent un tiers de la profondeur du sillon et déplacez-les pour qu'ils se trouvent de 1/2 à 3/4 pouce du bord de terre. Vous obtiendrez ainsi un sillon bien dégagé et vous préviendrez l'émiettement de la muraille par la partie frontale du versoir.

Saviez-vous qu'il faut régler l'espacement entre les roues du tracteur en fonction de la charrue? Ceci est particulièrement vrai dans le cas d'une charrue portée. L'espacement des roues est important pour prévenir l'entraînement du tracteur sur le côté et pour réduire l'usure de la charrue. Pour déterminer l'espacement adéquat, il faut multiplier la largeur du versoir par le nombre de versoirs et ajouter à ce chiffre le quart d'un versoir. Par exemple, une charrue à 3 versoirs de 16 pouces demande un espacement de 52 pouces, mesure prise de l'intérieur d'une roue à l'intérieur de l'autre.

Ce travail accompli, vous pouvez maintenant aller labourer. Laissez tomber la charrue et faites les réglages suivants:

1. Mettez la charrue de niveau selon la ligne avant-arrière (utilisez un niveau ou un ruban à mesurer) en réglant le bras supérieur d'attelage ou la roue porteuse arrière.

2. Mettez la charrue de niveau d'un côté à l'autre en réglant le levier du tracteur; et

3. Réglez la largeur du premier versoir à égalité avec les autres au moyen de l'arbre transversal ou lors de la mise à terre.

REMARQUE : Les roues de droite du tracteur doivent circuler dans le sillon, à défaut de quoi, il vous faut revoir les réglages après le premier tour. À présent, vérifiez le réglage des coutres et la largeur des versoirs et apportez les ajustements nécessaires. Si votre charrue n'est pas trop usée, elle devrait trancher et retourner la bande de terre avec autant d'aisance et de précision que la charrue à mancherons de votre grand-père.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – TRADITIONNEL

MAUVAIS

La faible inclinaison du sillon indique un labour peu profond.

MAUVAIS

La forte inclinaison du sillon indique un labour trop profond.

CORRECT

Apparence d'un sillon bien formé.

Gestion des résidus à l'aide de la charrue à versoirs

Dans les champs recouverts d'une épaisse couche de résidus, comme ceux de maïs-grain, il risque d'y avoir bourrage de la machinerie. Il vaut mieux dans ces cas utiliser une charrue à grand dégagement (distance plus grande entre la pièce de soutien et le bas de l'outil), conçue pour manipuler un volume plus gros de matière végétale. Ce genre de charrue peut s'utiliser immédiatement après la récolte sans qu'il soit nécessaire de pulvériser ou de broyer les tiges. On économise ainsi temps et argent.

Pour une gestion optimale des résidus :

- Utilisez une charrue à versoirs pour labour profond ou une charrue à versoirs de type européen qui laisse plus de résidus à la surface. (La charrue à versoirs pour prairie ou pour labour moyen enterre davantage les débris de culture.)
- Diminuez la largeur des versoirs sur les charrues à largeur de travail variable afin de laisser plus de résidus à la surface.
- Enlevez le soc butteur situé à la partie supérieure du versoir et dont la fonction est de mieux enfouir les débris.

Les charrues qui laissent la bande de terre tomber sur le côté, comme le font les modèles européens, assurent une meilleure gestion des résidus que les modèles qui retournent la terre. L'enfouissement des résidus en une couche continue dans le fond de la raie est causé par le retournement de la bande de terre. Cette couche de résidus agit comme un lit et empêche les eaux de surface de pénétrer dans le sous-sol. On assiste en conséquence au ruissellement des eaux de surface et à la diminution des réserves hydriques nécessaires en périodes de sécheresse. En gardant l'eau près de la surface du sol, la couche de résidus peut ainsi retarder les travaux agricoles et nuire à la croissance des plantes en périodes de pluies.

Les charrues munies de versoirs qui déposent la terre sur le flanc laissent du même fait des bandes de résidus dans une position qui n'occasionne pas de problèmes. Les débris de végétaux sont en position verticale, ce qui aide à capter la neige et permet à l'eau de s'évaporer.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – TRADITIONNEL

Modification de la charrue à versoirs pour accroître la couverture de résidus

Comme la charrue à versoirs est conçue pour retourner le sol et enfouir les résidus, il n'est pas toujours facile de la modifier de façon à laisser une plus grande quantité de débris à la surface. On peut tout de même apporter quelques changements sans pour autant nuire à l'efficacité de l'outil.

La modification de la charrue à versoirs augmente la couverture de résidus.

- Enlever les déflecteurs de versoirs. Cette modification laisse la matière végétale ou organique en position verticale, à la disposition du sol.
- Régler la charrue. Un labour peu profond avec une charrue d'espacement large a tendance à retourner complètement la bande de terre, si bien que très peu de résidus restent en surface. La profondeur de labour idéale est la moitié de la largeur du corps de la charrue. Sur les charrues à largeur de travail variable, diminuer la largeur des corps et labourer moins profondément, afin de laisser une plus grande quantité de résidus à la surface.
- Supprimer une partie du versoir. Cette opération est délicate, mais permet de laisser plus de résidus à la surface. Il faut supprimer une bonne partie du versoir si l'on veut des résultats significatifs. Cette modification peut avoir un effet sur la traction de la charrue. Certains producteurs ont obtenu de bons résultats en enlevant complètement les versoirs et en n'utilisant que les socs et les parties frontales. Pour l'instant, ce procédé n'en est qu'au stade de l'expérimentation.
- Envisager d'assembler un corps de charrue constitué de socs en patte d'oie et de socs vrillés. On peut ainsi utiliser le bâti de la charrue pour se constituer à peu de frais une charrue chisel. Différents fournisseurs offrent à cette fin des pièces qui ont fait leurs preuves. Il faut se montrer prudent quand on modifie la charrue à versoirs, car certaines pièces influencent la traction de l'appareil et font en sorte que le tracteur a plus de mal à aller tout droit.

TRAVAIL DU SOL SUPERFICIEL

L'équipement de travail superficiel du sol vise à niveler et à préparer le lit de semence. Si la réduction au minimum du nombre de passages de la machinerie constitue une pratique de gestion optimale, le travail du sol excessif est en revanche coûteux et inutile. Il réduit la teneur du sol en matière organique et expose le sol aux érosions éolienne et hydrique.

Le pulvériseur sert à préparer le lit de semence juste avant les semis et à incorporer au sol engrais et herbicides. Cet instrument a tendance à hacher les résidus et à les enterrer; on estime de 30à 70% la quantité de résidus enfouis lors d'un seul passage. Le pulvériseur fait un bon travail de nivellement. Le bord tranchant des disques traverse bien la croûte durcie à la surface. On obtient en surface une texture relativement meuble, qui l'est plus ou moins selon l'épaisseur de la couche de résidus. Par contre, le pulvériseur ne résout ni les problèmes de ruissellement, ni les problèmes d'érosion éolienne. Il provoque aussi parfois le compactage du sol si on travaille le sol quand il est mouillé.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – TRADITIONNEL

Le cultivateur fait éclater les mottes et les trie par grosseur, les plus grosses se retrouvant à la surface et les plus petites, dans les couches inférieures, là où les semences tombent. De plus, le cultivateur ramène les résidus à la surface. Dans les champs recouverts de beaucoup de résidus, on préfère les cultivateurs à dents rigides aux cultivateurs à dents flexibles en forme de S. Il reste que, pour la manipulation des résidus, le pulvériseur fait un meilleur travail que le cultivateur. Cependant, il existe de nouveaux modèles de cultivateurs à plus haut dégagement qui sont conçus pour mieux manipuler les résidus. Le cultivateur est souvent suivi d'un cultipacker ou d'une herse pour raffermir le sol et lui permettre de mieux retenir l'eau.

La herse s'utilise souvent de concert avec un autre outil aratoire. Elle ameublit le sol et brise les mottes qui sont encore assez humides pour être fragmentées. Les dents dirigées vers l'arrière fragmentent mieux les mottes que les dents dirigées vers l'avant. Pour un meilleur travail d'émiettement, on préfère la herse à chaînes à la herse à dents rigides. On emploie la herse pour briser la terre encroûtée et pour détruire les plantules de mauvaises herbes après les semis.

Le cultipacker sert à raffermir le lit de semence, à réduire la taille des mottes et à niveler la surface du sol. On peut très bien l'accrocher à l'arrière d'un autre outil aratoire dans le but de réduire les passages dans le champ. Il faut toutefois veiller à ce que le cultipacker ne crée pas une texture trop fine, ce qui rendrait le sol vulnérable à l'encroûtement.

La combinaison d'outils consiste à regrouper plusieurs outils de travail sur un même bâti pour préparer un bon lit de semence et diminuer le nombre de passages de machinerie.

Le sarcloir pour la culture en rangs est pourvu de dents et de lames qui remuent la terre entre les rangs en culture afin de détruire les mauvaises herbes. Il en existe de nombreux modèles. Certains modèles récents sont pourvus de dispositifs d'autoguidage qui permettent à l'opérateur de bien orienter l'outil afin d'éviter qu'il ne touche les rangs en culture. Le sarclage entre les rangs brise la croûte de sol, ce qui permet une meilleure infiltration de l'eau. Les débris d'herbe à la surface peuvent aussi réduire les pertes d'humidité.

La houe rotative est munie d'une ou deux rangées de crochets en acier, réunis en forme de soleils très rapprochés qui, à une vitesse d'avancement relativement grande, émiettent finement le sol encroûté en surface et détruisent les plantules de mauvaises herbes. On peut l'utiliser peu de temps après le semis pour faciliter la levée des plantules dans un sol encroûté ou pour détruire les mauvaises herbes. Pour être efficace dans ce dernier cas, l'opération doit avoir lieu après la germination des mauvaises herbes, mais avant leur levée.

La sous-soleuse brise les couches compactes en travaillant la terre à des profondeurs supérieures à 25 centimètres (10 po). Lorsque le sous-sol est humide, la sous-soleuse risque de l'endommager. Si l'on ne remédie pas aux causes du compactage, il faut s'attendre à ce que le problème réapparaisse et s'aggrave avec le temps. En Ontario, le sous-solage n'améliore pas les rendements et n'est donc pas une pratique recommandée.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – TRADITIONNEL

ÉQUIPEMENT DE SEMIS

Les planteurs et les semoirs (semoirs en ligne et semoirs à grains) sont deux types de semoir qui permettent une distribution précise des semences. Dans un système cultural traditionnel, on doit s'assurer du maintien d'une profondeur uniforme et de la capacité des organes de recouvrement à bien exécuter leur fonction. On peut ajouter aux semoirs classiques des accessoires destinés, entre autres, à épandre de l'engrais ou un herbicide en bande soit à côté, soit en-dessous des semences, afin d'augmenter la précision du traitement dans le rang.

Il peut être utile dans un système cultural traditionnel d'ajouter aux planteurs ou aux semoirs des coutres supplémentaires ou des déblayeurs de rangs. On évite ainsi d'avoir à faire un travail superficiel du sol pour préparer le lit de semence, on élimine certains passages de machinerie et on réduit les risques d'érosion. Les coutres sur les planteurs et les semoirs effectuent un certain travail du sol et préparent le lit de semence en assurant un bon contact entre la graine et le sol. Certaines modifications aux planteurs ou aux semoirs aident par ailleurs à négocier les résidus laissés à la surface. Se reporter aux sections consacrées au déchaumage au chisel ou aux semis directs et aux semis sur billons pour avoir une idée de ces modifications.

PRATIQUES CULTURALES

Les passages de machinerie en vue de la préparation du lit de semence devraient être limités au minimum. Le fait de combiner plusieurs opérations constitue une pratique de gestion optimale.

On devrait toujours travailler le sol lorsqu'il est suffisamment sec pour bien se disloquer. Il suffit, pour s'en assurer, de prendre une poignée de terre et de la presser dans sa main. Si le sol reste en boule quand on le fait rebondir dans la main (qu'il ne se brise pas), c'est qu'il est trop humide et qu'il faut attendre encore un ou deux jours pour le laisser s'assécher. La profondeur de travail du sol ne devrait pas dépasser 20 cm (8 po) pour le travail primaire du sol et 5 à 10 cm (2 à 4 po) pour le travail superficiel du sol. Travailler le sol plus profondément ne fait que l'assécher et nuire à la germination et à la levée des plantules. Un travail du sol profond retourne à la surface la couche de sous-sol improductive. Sur les terres en pente, le travail du sol doit se faire suivant les courbes de niveaux (en contre-pente) pour éliminer les risques d'érosion.

Des cultures bien gérées donnent de bons rendements.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – TRADITIONNEL

Pratiques de gestion optimales relatives à la machinerie et au travail du sol

- ▶ Prenez connaissance des manuels d'utilisation. Apprenez comment faire les réglages et opérer les appareils.
- ▶ Entretenez bien la machinerie. Les pannes pendant les périodes de pointe coûtent très cher s'il faut retarder les semis ou les récoltes.
- ▶ Vérifiez régulièrement l'état de la machinerie (une ou deux fois par jour lorsqu'on l'utilise). Détecter une défaillance à ses premiers signes permet de réaliser des économies de temps et d'argent et empêche le problème de s'aggraver.
- ▶ Respectez les vitesses et les charges spécifiées pour les différentes machines. Vous obtiendrez de meilleurs rendements et prolongerez la durée de vie de la machinerie.
- ▶ Remplacez les pièces dès qu'elles sont usées. Les pièces usées ne travaillent pas aussi bien et exigent un surcroît d'énergie pour fonctionner.
- ▶ Mettez les outils de travail du sol de niveau pour vous assurer d'un fonctionnement optimal. Vérifiez le niveau de l'avant vers l'arrière et d'un côté à l'autre. Vérifiez également si toutes les roues de jauge de profondeur sont à la même profondeur. Ces réglages assurent un travail du sol plus uniforme.
- ▶ Profitez d'un même passage pour faire plusieurs opérations, afin de réduire le nombre de passages.
- ▶ Utilisez uniquement les outils aratoires nécessaires pour créer un bon lit de semence. La combinaison idéale des outils aratoires dépend des conditions du sol et des résultats recherchés. Lorsque le lit de semence est satisfaisant, cessez de travailler le sol.
- ▶ Travaillez le sol à contre-pente pour éliminer l'érosion hydrique.
- ▶ Travaillez le sol à la bonne profondeur pour préparer un lit de semence adéquat. Un travail du sol trop profond coûte cher et use davantage la machinerie.

Les pratiques de gestion optimales dans un système traditionnel sont nombreuses. Utilisé adéquatement, le système traditionnel est compatible avec la protection de l'environnement et permet d'économiser de l'argent. Consultez la section «Travaux de conservation» pour vous faire une idée des solutions applicables à votre ferme.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – TRADITIONNEL

GUIDE DE DÉPANNAGE

PROBLÈMES	CAUSES	SOLUTIONS
La charrue [illegible] dans la terre.	• Les pointes sont usées. • Le sol est trop sec.	• Changer les pointes. • Attendre que la pluie augmente l'humidité du sol.
Les résidus [illegible] la charrue.	• La charrue n'est pas bien réglée. • La profondeur des coutres à résidus est incorrecte, ou leur distance par rapport aux pointes est inadéquate. • La quantité de résidus dépasse la capacité de la charrue. • Le dégagement entre la barre et le versoir est insuffisant.	• Vérifier les réglages. • Vérifier le réglage des coutres. • Hacher les résidus en plus petits morceaux par un passage du pulvériseur ou d'une déchiqueteuse avant le labour. • Acheter une charrue à haut dégagement.
Le sol [illegible] ne croûte.	• La charrue est mal réglée.	• Vérifier les réglages.
Il y a formation [illegible] de labour.	• Le sol a été travaillé alors qu'il était humide.	• Ne pas aller dans les champs humides. Varier chaque année la profondeur de labour. Semer des plantes fourragères à racines profondes et enrichir le sol de matière organique.
La pulvérisation [illegible] sur le sol.	• La vitesse est trop grande. • Le pulvériseur n'est pas de niveau.	• Réduire la vitesse. • Mettre l'outil de niveau.
Il y a obturation [illegible] du pulvériseur.	• Il y a trop de résidus.	• Passer le pulvériseur avant d'utiliser le cultivateur. Utiliser un cultivateur conçu pour les grandes quantités de résidus.

GUIDE DE DÉPANNAGE

PROBLÈMES	CAUSES	SOLUTIONS
La charrue ne se maintient pas dans la terre	• Les pointes sont usées. • Le sol est trop sec.	• Changer les pointes. • Attendre que la pluie augmente l'humidité du sol.
Les résidus de récolte obstruent la charrue	• La charrue n'est pas bien réglée. • La profondeur des coutres à résidus est incorrecte, ou leur distance par rapport aux pointes est inadéquate. • La quantité de résidus dépasse la capacité de la charrue. • Le dégagement entre la barre et le versoir est insuffisant.	• Vérifier les réglages. • Vérifier le réglage des coutres. • Hacher les résidus en plus petits morceaux par un passage du pulvériseur ou d'une déchiqueteuse avant le labour. • Acheter une charrue à haut dégagement.
Le sol labouré est inégal, bosselé ou crevassé	• La charrue est mal réglée.	• Vérifier les réglages.
Il y a formation d'une semelle de labour	• Le sol a été travaillé alors qu'il était humide.	• Ne pas aller dans les champs humides. Varier chaque année la profondeur de labour. Semer des plantes fourragères à racines profondes et enrichir le sol de matière organique.
Le pulvériseur laisse des buttes sur le sol	• La vitesse est trop grande. • Le pulvériseur n'est pas de niveau.	• Réduire la vitesse. • Mettre l'outil de niveau.
Il y a obstruction du cultivateur	• Il y a trop de résidus.	• Passer le pulvériseur avant d'utiliser le cultivateur. Utiliser un cultivateur conçu pour les grandes quantités de résidus.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – DÉCHAUMAGE AU CHISEL

Le déchaumage au chisel ou au pulvériseur laisse des résidus de récoltes sur au moins 30% de la surface du sol. Nous verrons dans cette section en quoi les pratiques culturales changent quand on passe des méthodes traditionnelles de travail du sol au déchaumage au chisel. Cette dernière méthode est aussi parfois appelée travail réduit ou minimal du sol ou travail de conservation du sol.

Le déchaumage au chisel est un excellent moyen de réduire le travail du sol lorsqu'il faut cultiver des fourrages et épandre du fumier. Cette méthode laisse des résidus à la surface du sol tout en permettant d'incorporer du fumier.

Changements par rapport aux pratiques culturales traditionnelles

- **Le déchaumage au chisel convient à la plupart des sols, sauf aux sols argileux et aux loams argileux qui se drainent mal.**
- **Comme cette méthode influence la température et le degré d'humidité du sol, il se peut qu'il faille retarder le travail du sol ou les semis d'une journée ou deux.**
- **La grande quantité de résidus laissée en surface protège le sol contre l'érosion.**

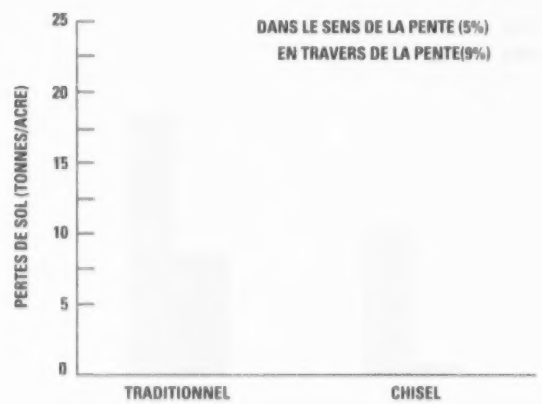
Après les semis, au moins 30 % de la surface du sol est couverte de résidus de culture.

GESTION DU SOL

LUTTE CONTRE L'ÉROSION

Quantités de résidus. Nous avons vu dans la section sur les notions de base que des cultures différentes laissent des quantités différentes de résidus. Un outillage adéquat permet d'adapter le déchaumage au chisel à ces niveaux variables de résidus. Parce qu'il laisse des résidus en surface, le déchaumage au chisel représente l'une des meilleures méthodes de lutte contre l'érosion.

Sens du travail du sol. L'importance des pertes de sol dépend en grande partie du sens dans lequel on travaille le sol. Tel que l'illustre le diagramme, l'érosion se trouve considérablement réduite si les terres sont travaillées à contre-pente plutôt que dans le sens de la pente.



Influence de la méthode et du sens de travail du sol sur les pertes de sol. On voit que le travail au chisel, à contre-pente présente des avantages considérables par rapport au labour à l'aide de la charrue à versoirs quel que soit le sens du travail du sol et par rapport au travail au chisel dans le sens de la pente.

Réduction des passages de la machinerie. Le travail du sol a pour effet de briser les agrégats. Plus un sol est travaillé, plus les particules de sol sont fines et plus le sol est vulnérable à l'érosion et à l'encroûtement. En restreignant la circulation des engins agricoles et en laissant davantage de résidus en surface, on atténue les problèmes d'érosion et d'encroûtement et on enrichit la couche arable de matière organique, ce qui, du coup, facilite la gestion du sol.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – DÉCHAUMAGE AU CHISEL

TEMPÉRATURE DU SOL

La température du sol est influencée par la quantité de résidus laissée en surface et le degré d'humidité du sol. À cause des résidus laissés en surface, la température des sols travaillés au chisel a tendance à être plus fraîche. Pour remédier à ce problème, il suffit de déplacer les résidus hors des rangs et de choisir des variétés qui tolèrent le froid et qui démontrent une bonne vigueur d'établissement des plantules.

GESTION DES RÉSIDUS

Le déchaumage au chisel est l'un des meilleurs moyens de gérer les résidus d'une manière qui profite au sol et qui permette de réaliser des économies de temps et de carburant. Cette méthode accélère aussi la transformation de la matière organique en humus par l'incorporation partielle des résidus dans quelques pouces de couche arable. Enfin, le fait que le sol se trouve remué favorise son réchauffement et son assèchement au printemps.

Il se peut par contre que l'augmentation des résidus oblige à modifier l'équipement. Se reporter au tableau de la page 20 pour connaître la quantité de résidus laissée par chaque méthode. D'abord, comme la charrue chisel ameublit le sol sous la couche de résidus, le semoir risque d'avoir de la difficulté à trancher les résidus. Des modifications appropriées peuvent toutefois remédier à ce problème. Consulter la section sur l'équipement pour plus de détails. On peut aussi réduire la quantité de résidus dans un champ par l'ajustement des outils aratoires et une rotation qui comprenne une culture laissant peu de résidus, tel le soya. On devrait viser à ce que 30 à 60 % de la surface du sol soit couverte de résidus au moment des semis.

ROTATION DES CULTURES ET PLANTES COUVRE-SOL

La rotation des cultures permet de briser le cycle des ravageurs et des maladies, de réprimer les mauvaises herbes qui constituent un problème, d'améliorer la structure du sol, d'augmenter le rendement des récoltes et d'économiser sur les intrants et notamment les engrais. Voici quelques exemples :

- Les cultures fourragères légumineuses permettent d'économiser sur l'apport d'azote nécessaire à la culture suivante.
- La récolte hâtive de céréales offre l'occasion de maîtriser les mauvaises herbes vivaces.
- Le soya laisse le sol plus meuble, ce qui le rend plus facile à travailler et à préparer en vue de la culture suivante.
- Le trèfle rouge et la luzerne, si on les cultive plus d'une année, peuvent ameublir les couches de sol compacté.

Changements par rapport aux pratiques culturales traditionnelles

- **Régler la machinerie servant aux récoltes de façon à mieux épandre la paille.**
- **Veiller à ce que de 30 à 40 % de la surface du sol soit couverte de résidus après les semis.**
- **Déchiqueter les tiges de maïs, si le sol est travaillé avec des rotoculteurs ou au simple chisel.**
- **Modifier l'équipement afin qu'il puisse négocier la couche plus épaisse de résidus en surface.**

Changements par rapport aux pratiques culturales traditionnelles

- **La rotation des cultures est essentielle pour briser le cycle des ravageurs et des maladies.**
- **Le déchaumage au chisel convient à toutes les cultures comprises dans la rotation. On doit détruire chimiquement les fourrages vivaces pour éviter qu'ils ne repoussent.**
- **Dans les cultures qui laissent beaucoup de résidus, comme celle du maïs, il faut trancher les résidus, soit avec un instrument aratoire, soit par un passage supplémentaire.**

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – DÉCHAUMAGE AU CHISEL

Une rotation incluant luzerne ou trèfle rouge améliore la structure du sol et contribue à briser le cycle des ravageurs et des maladies. De plus, les légumineuses fournissent de l'azote à la culture qui les suit.

Facteurs à considérer dans la planification d'une rotation :

- Besoins du bétail.
- Équipement.
- Économie.
- Sol et climat.
- Autres cultures dans la rotation.
- Quantité de résidus laissés par la culture.

Il ne fait aucun doute que les meilleures rotations sont à base de fourrages. Le déchaumage au chisel permet, grâce aux résidus laissés en surface, de protéger de l'érosion les cultures fourragères semées l'été et de retenir la neige pour assurer une protection pendant l'hiver. Dans le cas des plantes couvre-sol ou des cultures fourragères à base de trèfle rouge, des semis sur sols gelés (semis à la volée sur des sols gelés au printemps) conviennent parfaitement puisque les résidus créent un effet de paillis et retiennent l'humidité près des semences. Pour les fourrages, les pratiques culturales ressemblent aux pratiques culturales traditionnelles.

PLANTES COUVRE-SOL

Quand on pratique le déchaumage au chisel, il faut envisager d'intégrer dans la rotation, la culture de plantes couvre-sol. On doit pour ce faire tenir compte du type de culture, de la façon de la supprimer (le froid de l'hiver ou les herbicides) et de la quantité de résidus qu'elle laisse. Il vaut parfois mieux employer un herbicide pour supprimer les légumineuses à l'automne afin de s'assurer qu'elles ne réapparaîtront pas le printemps suivant. Le travail du sol seul ne suffit pas à les enrayer.

Dans le cas de certaines plantes couvre-sol qui laissent beaucoup de résidus en surface, comme le trèfle rouge, il est conseillé de travailler le sol à l'automne pour aider le sol à s'assécher au printemps. Le printemps venu, il faut s'apprêter à détruire très tôt certaines plantes couvre-sol. Ainsi, faut-il supprimer rapidement le seigle au printemps pour éviter qu'il ne prive d'humidité la nouvelle culture. Si on s'y prend à temps, le seigle ne laisse pas non plus autant de résidus, ce qui facilite les opérations culturales.

Une plante couvre-sol comme le trèfle rouge protège le sol de l'érosion hydrique au cours de l'hiver et au printemps.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – DÉCHAUMAGE AU CHISEL

TRAVAIL DU SOL ET ROTATION DES CULTURES

Le passage des pratiques culturales traditionnelles au déchaumage au chisel donne lieu à une réaction en chaîne qui influence l'ensemble des méthodes agronomiques. Les cultures qui laissent peu de résidus, comme les légumineuses et les céréales dont la paille est récoltée, sont relativement peu touchées par un tel changement, pourvu qu'on pratique une rotation. Toutefois, les cultures qui laissent beaucoup de résidus, tel le maïs ou la luzerne, doivent faire l'objet d'une vigilance accrue lorsqu'on pratique le déchaumage au chisel.

Afin d'éviter les problèmes de bourrage, on peut facilement couper ou déchiqueter les tiges de maïs en utilisant une charrue chisel pourvue d'une série de coutres ou de disques. Autrement, on peut avoir à faire un passage supplémentaire avec une déchiqueteuse de maïs avant de travailler le sol, afin que la taille des résidus soit suffisamment réduite pour que ne se produisent pas de problèmes de bourrage lors des passages ultérieurs. Comme les résidus de la culture du maïs ne sont pas enfouis, mais mélangés à la couche superficielle du sol, il importe de faire suivre cette culture d'une culture autre que le maïs.

Il se peut que la luzerne et le trèfle ne puissent être totalement supprimés par un passage de la charrue chisel, puisque celle-ci ne remue pas suffisamment le sol. Pour bien les supprimer, il est préférable de pulvériser les cultures fourragères. Toute culture de luzerne établie depuis longtemps risque de renfermer du chiendent. Aussi recommande-t-on dans ce cas de pulvériser du glyphosate pour les supprimer tous les deux. Sur le trèfle, le 2,4-D est plus approprié. Dans des sols plus légers, comme des sols sablonneux ou des loams, le travail du sol peut être retardé jusqu'au printemps sans que le rendement n'en souffre. Cette mesure contribue à protéger le sol pendant l'hiver.

La culture de fèves laisse relativement peu de paille et ameublit le sol, si bien qu'elle rend presque superflu le travail du sol avant une culture de blé. Si la paille est bien coupée et épandue uniformément, un seul passage à l'aide du cultivateur pour niveler le sol suffit à préparer le lit de semences. Si la culture qui suit est une céréale ou du maïs, on peut essayer de retarder le travail du sol à l'automne pour laisser le temps aux mauvaises herbes de se manifester. On peut alors les détruire soit chimiquement, soit mécaniquement, selon la méthode la plus appropriée.

GESTION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS

Tout apport de fertilisant devrait être fondé sur une analyse de sol. Pour plus d'information, se reporter à la page 27.

ÉPANDAGE EN LOCALISATION

L'épandage en localisation est important surtout lorsque le sol est pauvre en éléments nutritifs. Si le sol en est riche, la réponse à l'épandage en localisation est moins grande. Pour cette raison, on recommande de commencer à pratiquer le déchaumage au chisel là où l'analyse de sol révèle un sol riche en éléments nutritifs. Une fois qu'une méthode culturale est bien maîtrisée, qu'on sait comment gérer les résidus et qu'on a adapté l'outillage par des modifications appropriées, on peut commencer à expérimenter l'épandage en localisation.

Comme les sols soumis au déchaumage au chisel ont tendance à être légèrement plus frais et plus humides que les sols travaillés selon les méthodes traditionnelles, il peut être avantageux d'utiliser un engrais de démarrage.

Le reste de l'engrais peut être épandu à la volée et incorporé lors du travail secondaire, comme dans le cadre des méthodes traditionnelles. Les taux d'application dépendent de l'analyse de sol. Les engrais azotés doivent être injectés ou incorporés au sol.

Changements par rapport aux pratiques culturales traditionnelles

- **Utiliser un engrais de démarrage lorsque l'analyse de sol révèle une faible teneur en éléments nutritifs pour stimuler la croissance dans les sols frais.**
- **Il vaut mieux injecter l'azote ou l'incorporer immédiatement.**
- **Le fumier liquide peut être incorporé au sol à l'aide d'un pulvériseur ou d'une charrue chisel. Sur la charrue chisel, les socs vrillés mélangent mieux le sol que les socs en patte d'oie, qui ont tendance à laisser trop de fumier à la surface.**
- **Le fumier solide peut être difficile à incorporer au sol si l'application est excessive.**

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – DÉCHAUMAGE AU CHISEL

Photo courtoisie de Loyal Equipment Ltd

L'injection du fumier est recommandée lorsqu'il y a beaucoup de résidus.

Changements par rapport aux pratiques culturales traditionnelles

- **La rotation des cultures est plus importante.**
- **Les maladies et les insectes sont différents mais ne causent pas plus de dommages si l'on prend des mesures appropriées. Il importe d'inspecter les champs afin de surveiller l'apparition de tout nouveau problème.**

FUMIER

Le fumier est à la fois un élément fertilisant et un élément polluant. En qualité de fertilisant, il est une source d'azote, de phosphore et de potassium. Il est aussi une bonne source d'oligo-éléments et de matière organique. Pour plus d'information sur la valeur nutritive du fumier, se reporter au fascicule consacré à la gestion des fumiers.

La valeur nutritive du fumier se trouve préservée si le fumier est incorporé au sol dans les heures qui suivent son application, ce qui réduit en même temps les risques de lessivage sous l'effet des précipitations. Le fumier liquide peut être incorporé à l'aide d'un pulvériseur ou d'une charrue chisel. Les socs vrillés montés sur une charrue chisel assurent un meilleur mélange que les socs en patte d'oie. Si, compte tenu du type de sol, on préfère opter pour des socs en patte d'oie, il vaut alors mieux assembler les socs de manière à combiner les avantages des socs vrillés et des socs en patte d'oie. Avec un tel assemblage, la puissance nécessaire se trouve accrue vu la plus grande quantité de sol déplacée.

Si une épaisse couche de fumier solide recouvre les résidus, la charrue chisel ou le pulvériseur peut avoir plus de difficultés à pénétrer dans le sol. Aussi faut-il s'assurer d'épandre le fumier solide uniformément et de ne pas dépasser l'épaisseur que peuvent traverser les instruments aratoires.

LUTTE ANTIPARASITAIRE

MALADIES

Le déchaumage au chisel exerce une influence à la fois directe et indirecte sur la maladie. En effet, les résidus laissés en surface constituent une source de nourriture et un abri pour de nombreux organismes pathogènes. C'est notamment le cas du fusarium, que craignent énormément les producteurs de blé et de maïs, surtout s'ils font aussi l'engraissement de porcs. Pour réduire les risques de dommages causés par le fusarium, on recommande aux personnes qui pratiquent le déchaumage au chisel d'éviter de cultiver du blé à la suite du maïs.

La rotation des cultures est le moyen le plus économique de réduire l'incidence de la maladie. On brise en effet le cycle de la maladie en établissant dans les résidus d'une culture vulnérable à une maladie donnée, une culture qui y est résistante. Plus on prolonge l'intervalle entre des cultures semblables, moins on laisse de prise à la maladie.

On peut aussi limiter les dommages causés par la maladie en choisissant des variétés résistantes aux divers pathogènes. La publication 296F du MAAO fournit des renseignements sur bon nombre d'hybrides et de variétés et leur degré de résistance à diverses maladies.

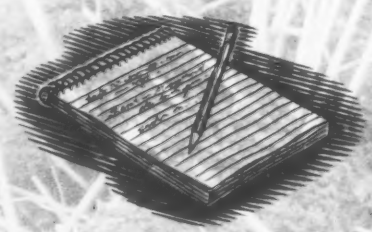
SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – DÉCHAUMAGE AU CHISEL

INSECTES ET LIMACES

Les insectes et autres ravageurs peuvent augmenter en nombre si le champ est envahi de mauvaises herbes, car les mauvaises herbes peuvent leur servir de lieu de ponte et de nourriture. Bien que le travail du sol contribue à réduire les populations d'insectes, il faut s'assurer que toute la végétation est morte au moment des semis. Prenez soin de modifier le planteur pour déplacer les résidus hors des rangs afin que les jeunes plants puissent s'établir sans être soumis à la pression des insectes et des limaces.

La rotation des cultures est le meilleur moyen de lutter contre les ravageurs et les maladies. Des séquences de cultures différentes contribuent à briser le cycle des insectes.

Faire régulièrement l'inspection des champs permet de se tenir au fait des insectes présents et de l'importance des dommages qu'ils causent. Ces inspections sont également utiles à la planification des cultures ultérieures.



MAUVAISES HERBES

La modification des méthodes de travail du sol amène du même coup une modification des méthodes de répression des mauvaises herbes. Comme le travail du sol enfouit les semences de mauvaises herbes à des profondeurs variées, celles-ci font leur apparition par intervalles. Une croissance uniforme est plus facile à maîtriser, mais le déchaumage au chisel n'offre pas de telles conditions. Aussi faut-il inspecter les champs et planifier les programmes de pulvérisation d'herbicides en fonction des mauvaises herbes présentes.

On recommande, les premières années, pour se laisser le temps de s'habituer à la nouvelle méthode, d'incorporer des herbicides en pré-semis aux taux les plus élevés recommandés pour son type de sol. Si l'abondance des résidus de récoltes nuit à l'incorporation des herbicides, il vaut mieux alors appliquer des herbicides en pré-levée ou en post-levée aux taux d'application normaux.

La réussite d'un programme de lutte contre les mauvaises herbes dépend des techniques agronomiques employées. Des semis effectuées au bon moment, une bonne population et un sol fertile permettent aux cultures de supporter la concurrence des mauvaises herbes.

La publication 75F du MAAO présente des recommandations quant au choix des herbicides et à leurs taux d'application.

Le déchaumage au chisel appelle un programme d'herbicides différent qui peut inclure des herbicides en pré-levée ou en post-levée.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – DÉCHAUMAGE AU CHISEL

Changements par rapport aux pratiques culturales traditionnelles

- **L'outillage de travail secondaire du sol et les équipements de semis doivent être pourvus d'un plus haut dégagement.**
- **On peut avoir à munir le planteur de coutres et de déblayeurs de rang pour déplacer les résidus hors des rangs.**
- **La moissonneuse-batteuse devrait être munie d'un bon épandeur de paille.**
- **Le travail primaire peut se faire à l'aide de charrues chisels, de pulvériseurs ou de rotoculteurs.**

MACHINERIE

Le déchaumage au chisel oblige à apporter des modifications à tout l'équipement de production, y compris à la machinerie servant aux récoltes, au travail du sol et aux semis.

Il est essentiel de choisir un outil qui soit adapté aux conditions du sol et à la quantité de résidus. Lorsqu'on modifie les équipements de travail primaire du sol, on ouvre la voie à une réaction en chaîne qui se répercute dans tout le système. Comme on augmente le niveau de résidus laissé dans le champ, il se peut qu'il faille ajuster l'outillage de travail secondaire ou qu'il faille le remplacer par des appareils à plus haut dégagement. Il se peut que le planteur ne puisse négocier l'épaisseur de résidus laissée par le travail réduit du sol, ce qui peut obliger l'agriculteur à ajouter des pesées, des ressorts de pression plus forts, des coutres, des déblayeurs de rang, etc. Si le planteur est très léger, il se peut qu'il ne soit pas suffisamment robuste pour se prêter à des modifications. Il faut être prêt à apporter des changements à tout le système.

Le déchaumage peut se pratiquer à l'aide de multiples outils aratoires, qui laissent des quantités variables de résidus.

CHARRUES CHISEL

Les charrues chisel servent au travail primaire du sol. Il en existe plusieurs sortes. La plus couramment utilisée dans le sud de l'Ontario est la charrue chisel à coutres qui combine une série de disques ou de coutres montés devant les socs, ce qui permet d'affronter différentes conditions liées aux résidus. L'action tranchante des coutres ou des disques est nécessaire pour négocier les tiges de maïs. Cette opération facilite le travail secondaire du sol. Le premier passage laisse de 30 à 75% des résidus.

Ces charrues sont robustes, offrent un haut dégagement et comportent des dents espacées de 30 à 40 cm (12 à 16 po.) Normalement, ces caractéristiques éliminent les risques de bourrage, lequel peut quand-même se produire si le sol est mouillé ou si la couche de résidus est épaisse. Par leurs vibrations, les étançons montés sur des ressorts déchiquettent mieux les résidus que les étançons rigides. Dans les sols pierreux, ces étançons durent par ailleurs plus longtemps.

Il existe différents modèles de charrues chisel. En voici un sans disques ni coutres à l'avant.

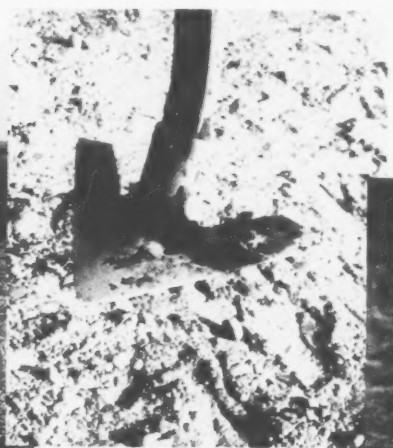
Cette charrue chisel est pourvue d'une série de coutres devant les chisel en patte d'oie.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – DÉCHAUMAGE AU CHISEL

Socs de chisel

Les charrues chisel peuvent être pourvues de socs étroits, de socs vrillés ou de pattes d'oie de largeurs variées. Les socs étroits ne conviennent qu'à des sols sableux, tandis que les socs vrillés, qui laissent de 28 à 40 % de résidus, sont parfaits pour les sols à texture moyenne comme les loams et les loams limoneux. Les sols plus lourds, comme les loams limono-argileux ou les loams argileux se brisent mieux à l'aide de socs en patte d'oie de 16 à 18po. Les socs en patte d'oie laissent de 40 à 60 % de résidus à la surface du sol après un passage et travaillent le sol sur toute la largeur de la machinerie. Un seul passage suffit puisque chaque passage supplémentaire réduit la quantité de résidus. On peut monter ensemble sur le même étançon un soc en patte d'oie et un soc vrillé. On allie ainsi le tranchant du soc en patte d'oie à la capacité d'incorporer les résidus du soc vrillé.

Soc vrillé.



Soc en patte d'oie.

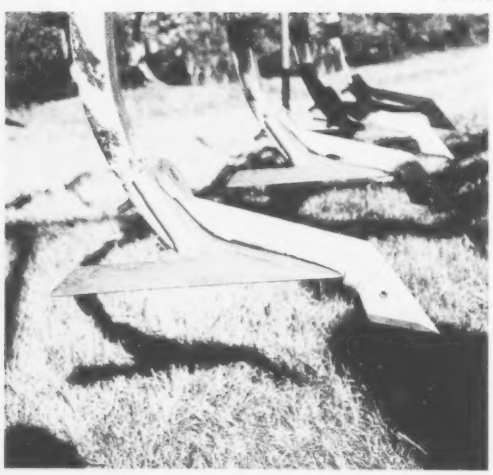
Combinaison du soc vrillé et du soc en patte d'oie.

Le chisel peut recevoir différents socs dont des socs vrillés, des socs en patte d'oie ou une combinaison de socs vrillés et de socs en patte d'oie.

CHOIX DE SOCS DE CHISEL

GENRE DE SOC	C.V./ÉTANÇON	TYPE DE SOL	RÉSULTATS	% DE RÉSIDUS EN SURFACE*
SOC ÉTROIT	12 à 15	Convient mieux aux sols légers	Incorporation minimale des résidus. Le sol n'est pas travaillé en entier.	35 à 50
SOC VRILLÉ	15 à 20	Des sols sableux aux loams limoneux	Forme des billons à la surface du sol. Le sol n'est pas travaillé en entier.	28 à 40
SOC EN PATTE D'OIE	20	Tous les types de sol	Laisse la plupart des résidus en surface et offre une surface assez lisse. Tout le sol est travaillé.	40 à 60
SOC COMBINÉ	15 à 20	Tous les types de sol	Incorpore les résidus et travaille tout le sol.	30 à 50

* Les valeurs minimales correspondent à des cultures laissant peu de résidus, comme le soya. Inversement, les valeurs maximales correspondent à des cultures laissant beaucoup de résidus, comme le maïs et les céréales. Avec un chisel simple, sans coutres, ni disques, la quantité de résidus augmente de cinq pour cent.



Une pointe de travail profond sur le soc en patte d'oie peut aider le chisel à pénétrer dans un sol compacte dont la structure est faible.

Pénétration dans le sol

Dans les sols compactés présentant une piètre structure, il peut être difficile pour le chisel de pénétrer dans le sol. Voici deux moyens de remédier à cette situation :

Ajouter une pointe de travail profond (par ex : Agri-tech en acier trempé) :

- s'ajoute à l'extrémité du soc en patte d'oie,
- assure une meilleure pénétration dans le sol,
- diminue l'usure du soc en patte d'oie; et

Installer des socs étroits aux premiers rangs du chisel pour assurer une bonne pénétration dans le sol :

- utiliser des socs en patte d'oie ou des socs vrillés à l'arrière du chisel,
- s'assurer que le sol est sec.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – DÉCHAUMAGE AU CHISEL

CHOIX DE SOCS DE CHISEL

GENRE DE SOC	C.V./ÉTANÇON	TYPE DE SOL	RÉSULTATS	% DE RÉSIDUS EN SURFACE*
SOC ÉTROIT	12 à 19	Convient mieux aux sols légers	Incorporation minimale des résidus. Le sol n'est pas travaillé en entier.	35 à 50
SOC VRILLÉ	15 à 20	Des sols sableux aux loams limoneux	Forme des billons à la surface du sol. Le sol n'est pas travaillé en entier.	28 à 40
SOC EN PATTE D'OIE	20	Tous les types de sol	Laisse la plupart des résidus en surface et offre une surface assez lisse. Tout le sol est travaillé.	40 à 60
SOC COMBINÉ	15 à 20	Tous les types de sol	Incorpore les résidus et travaille tout le sol.	30 à 50

*** Les valeurs minimales correspondent à des cultures laissant peu de résidus, comme le soya. Inversement, les valeurs maximales correspondent à des cultures laissant beaucoup de résidus, comme le maïs et les céréales. Avec un chisel simple, sans coutres, ni disques, la quantité de résidus augmente de cinq pour cent.**

Une pointe de travail profond sur le soc en patte d'oie peut aider le chisel à pénétrer dans un sol compacté dont la structure est faible.

Pénétration dans le sol

Dans les sols compactés présentant une piètre structure, il peut être difficile pour le chisel de pénétrer dans le sol. Voici deux moyens de remédier à cette situation :

Ajouter une pointe de travail profond (par ex : Agri-tech en acier trempé) :

- ▶ s'ajoute à l'extrémité du soc en patte d'oie,
- ▶ assure une meilleure pénétration dans le sol,
- ▶ diminue l'usure du soc en patte d'oie; et

Installer des socs étroits aux premiers rangs du chisel pour assurer une bonne pénétration dans le sol :

- ▶ utiliser des socs en patte d'oie ou des socs vrillés à l'arriére du chisel,
- ▶ s'assurer que le sol est sec.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – DÉCHAUMAGE AU CHISEL

Montage et opération

Quand on utilise des socs vrillés, il est important qu'il y ait un nombre égal de socs tournés vers la droite et de socs tournés vers la gauche. S'il y a trois rangées de socs, le travail des socs doit être dirigé dans un sens, dans la première rangée, dans le sens inverse dans la deuxième rangée, et dans les deux sens dans la troisième rangée, de manière à retourner le sol vers le milieu de la charrue. Des socs gauches et droits qui se font face forment des billons. Un autre agencement consiste à combiner les socs en patte d'oie et les socs vrillés. Le plus souvent, on installe les socs vrillés dans la ou les premières rangées et les pattes d'oie dans la dernière rangée.

Les disques ou les coutres installés à l'avant du chisel sont réglés de façon à pénétrer le sol tout juste à la profondeur qu'il faut pour trancher les résidus. On peut faire pénétrer les disques plus profondément pour incorporer plus de résidus. Afin de faciliter l'ajustement, la profondeur peut être réglée :

- par un dispositif hydraulique;
- par un rochet; ou
- au moyen d'écrous et de boulons.

Dans les sols non uniformes, un système hydraulique est utile. Le choix de disques ou de coutres dépend de la quantité de résidus devant être travaillés dans le sol. Les coutres incorporent moins de résidus que les disques. Les disques peuvent être ajustés à différents angles. Plus l'angle est droit, moins l'incorporation de résidus est grande.

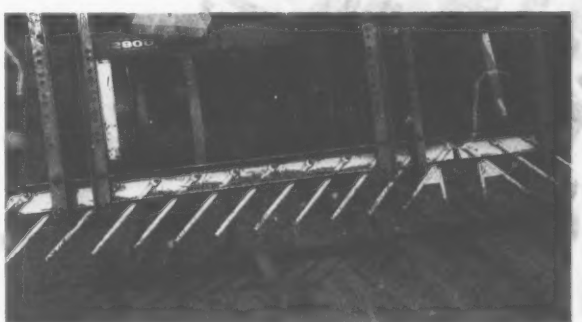
Pour bien briser le sol, on doit passer le chisel à une vitesse de cinq à sept milles à l'heure en veillant à ce que le sol de la zone travaillée soit sec. Le chisel doit travailler à une profondeur de six à huit pouces s'il est pourvu de socs vrillés et de quatre à six pouces s'il est pourvu de socs en patte d'oie. Le sol est normalement travaillé selon un certain angle par rapport aux rangs de la culture précédente.

Lorsque le sol est trempé, le chisel est moins efficace et peut causer des dommages par le phénomène du glaçage. Une charrue à versoirs convient davantage aux sols constitués d'argile ou de loam argileux. Les automnes pluvieux, le chisel ne donne parfois pas de bons résultats sur les sols à texture moyenne.

Si le chisel est pourvu de socs vrillés, il forme des billons qui amènent parfois des problèmes car l'assèchement inégal du sol qui en résulte peut causer la levée des plantules par intervalles. On peut éviter ce problème en montant des pattes d'oie sur la dernière rangée du chisel ou en ajoutant une herse niveleuse (peigne avec lame niveleuse) à l'arrière pour aplanir les billons.

Avant d'acheter ou même d'emprunter un chisel, s'assurer de disposer d'un tracteur ayant la puissance voulue pour le tirer. Il faut compter environ 15 chevaux-vapeur par soc. Ainsi, un chisel pourvu de sept socs exige 105 chevaux-vapeur. Dans les sols plus lourds comme les loams argileux, il faut compter jusqu'à 20 chevaux-vapeur par soc.

Pour bien briser le sol, le chisel doit travailler dans un sol sec.



On peut ajouter une lame niveleuse à l'arrière du chisel pour aplanir les billons.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – DÉCHAUMAGE AU CHISEL

PULVÉRISEUR

Le pulvériseur sert à la fois au travail primaire et au travail secondaire du sol. Il mélange les résidus au sol environ aux trois quarts de la profondeur de travail et laisse de 30 à 70 % des résidus après un passage. Il brise les résidus et ameublit la surface du sol. L'usage du pulvériseur dans des sols mouillés peut causer le compactage du sol à la profondeur du travail. Ce phénomène est attribuable à la pression due à la courbure de la lame. On peut minimiser ce problème en modifiant chaque année la profondeur de travail du sol et en faisant alterner les outils de travail primaire du sol à quelques années d'intervalles. Si après quelques années d'utilisation du pulvériseur, on constate des difficultés d'enracinement ou des accumulations d'eau à la surface du sol, on peut atténuer le problème en utilisant un chisel ou une charrue à versoirs réglé à une profondeur de 2 à 5 cm (1 à 2 po.) sous la profondeur de travail du pulvériseur. Si le problème réapparaît après une année ou deux, il faudrait envisager de n'utiliser à l'avenir que le chisel.

Le pulvériseur déporté laisse plus de résidus à la surface du sol que le pulvériseur tandem.

Pulvériseur déporté c. pulvériseur tandem

Le pulvériseur déporté pénètre mieux dans le sol et négocie plus facilement les résidus que le pulvériseur tandem. Étant donné qu'il possède un bâti robuste et de larges disques, le pulvériseur déporté convient à davantage de types de sols et à pratiquement toutes les conditions de résidus. Un bâti robuste est nécessaire pour supporter les pesées supplémentaires qu'on peut ajouter afin d'assurer une meilleure pénétration dans les sols durs. Le pulvériseur tandem ne sert généralement qu'au travail primaire dans des sols légers et dans le chaume laissé par des cultures de céréales. Pour un travail primaire du sol, les disques devraient toujours avoir une largeur supérieure à 60 cm (24pouces).

Choix et espacement des disques

Il existe une grande variété de disques lisses ou crénelés d'épaisseurs et de dimensions variées. Il faut bien choisir les disques avant d'acheter un pulvériseur, puisque leur remplacement est coûteux et prend beaucoup de temps. Avant d'acheter, on recommande, dans la mesure du possible, de louer ou d'emprunter différents types de pulvériseurs pour voir les résultats qu'ils permettent d'obtenir.

Les disques crénelés pénètrent mieux dans les sols durs ainsi que dans les sols recouverts d'une importante couche de résidus. Comme les disques crénelés coûtent plus cher que les disques lisses et qu'ils s'usent plus rapidement, certains producteurs ne les utilisent que dans la première rangée et installent des disques lisses à l'arrière.

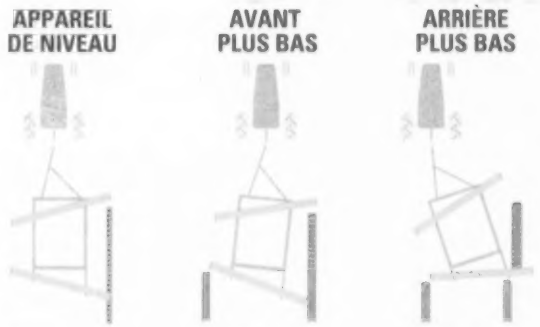
Il faut s'attendre à faire un compromis au niveau de l'espacement des disques si l'on utilise le pulvériseur à la fois pour le travail primaire et le travail secondaire du sol. Il est préférable d'avoir un espacement plus grand (28 à 33 cm; 11 à 13po.) pour le travail primaire du sol, afin de faciliter le passage des résidus, et un espacement plus petit (23 à 28 cm; 9 à 11po.) pour le travail secondaire du sol, puisqu'on s'assure ainsi d'une incorporation uniforme des engrais et des pesticides et d'une surface mieux nivelée. Certains pulvériseurs présentent un espacement plus large à l'avant et plus étroit à l'arrière.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – DÉCHAUMAGE AU CHISEL

Montage et opération

Pour des résultats optimaux, on devrait passer le pulvériseur à des vitesses de 6 à 10 km/hr (4 à 6 mi/hr) et à des profondeurs de 10 à 15 cm (4 à 6 po.). Compter au moins 14 C.V. par pied de largeur de travail du sol. Comme pour le chisel, plus le sol est lourd, plus la puissance nécessaire risque d'augmenter.

La principale difficulté que pose l'utilisation d'un pulvériseur se situe au niveau de son réglage qui doit permettre d'obtenir un bon nivelage. Un pulvériseur mal réglé laisse des dépressions et des buttes sur les côtés. Il faut s'assurer que le pulvériseur soit de niveau, d'abord de l'avant à l'arrière puis d'un côté à l'autre. Il suffit pour ce faire de tirer le pulvériseur sur quelques centaines de mètres puis de juger des résultats. Le diagramme illustre les résultats obtenus si le pulvériseur est de niveau de l'avant à l'arrière, si l'avant est réglé trop bas ou si l'arrière est réglé trop bas. Lorsque le pulvériseur est bien réglé, la section arrière est de 2 à 5 cm (1 à 2 po.) plus bas que l'avant. On peut lever ou abaisser les sections à l'aide de dispositifs manuels ou hydrauliques. Une fois les réglages effectués, on évalue de nouveau les résultats après un bout d'essai et on répète ainsi le processus jusqu'à ce qu'on obtienne une surface bien nivelée.



Mise de niveau du pulvériseur.

Une fois qu'on a réglé l'appareil de l'avant à l'arrière, il faut en vérifier le réglage d'un côté à l'autre. Le sol devrait être travaillé à la même profondeur de part et d'autre. Comme ce sont les pneus qui déterminent la profondeur du travail, il faut s'assurer qu'ils soient bien gonflés et bien au sol lorsqu'on vérifie la profondeur.

ROTOCULTEURS

Le rotoculteur (ex. Aerway) est un outil de travail primaire ou secondaire du sol adapté à la méthode du déchaumage au chisel que les agriculteurs aiment utiliser dans les sols plus légers. Il convient moins aux sols plus lourds, car il n'assure pas une pénétration adéquate. Il s'agit d'une simple barre porte-outils munie de couteaux rotatifs non motorisés. Le bâti est suffisamment robuste pour permettre d'installer des pesées supplémentaires. Le Aerway peut servir au travail du sol en un seul passage, bien que deux passages soient plus fréquents. Il laisse considérablement de résidus à la surface et nivelle suffisamment le sol. On doit toutefois détruire la végétation qui résiste à l'hiver, puisque l'Aerway ne la supprime pas au complet.

Les rotoculteurs laissent une bonne épaisseur de résidus à la surface du sol.

TRAVAIL SECONDAIRE DU SOL

On devrait tenter de réduire au minimum le travail secondaire du sol afin de conserver les résidus. Ce travail doit quand même être suffisant pour permettre de mélanger les engrais au sol, d'incorporer les herbicides de pré-semis et de niveler le sol. Les résidus lourds comme les tiges de maïs peuvent causer des problèmes de bourrage. Il est parfois nécessaire d'enlever quelques socs du cultivateur et de réespacer les autres pour obtenir un meilleur écoulement des résidus. Un espacement de 12 à 15 cm (5 à 6 po.) entre les socs constitue un bon compromis du fait qu'il facilite le passage des résidus sous l'équipement et assure le nivelage du lit de semences. Il peut être nécessaire de remplacer le cultivateur avec dents en S par un cultivateur à haut dégagement avec dents en C. Le bâti des cultivateurs avec dents en C est allongé et surélevé pour faciliter le passage des résidus sous l'appareil.

On devrait réduire le travail secondaire au minimum. Un appareil comme celui-ci permet de ne faire qu'un seul passage de machinerie.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – DÉCHAUMAGE AU CHISEL

L'ouvre-sillons à double disque déporté est l'idéal lorsque la couche de résidus est épaisse.

Les déblayeurs de rang crénelés négocient bien les épaisses couches de résidus.

Il faut bien régler les déblayeurs de rang si l'on veut qu'ils écartent les résidus, et non le sol, hors des rangs.

ÉQUIPEMENT DE SEMIS

Quand les semis se font dans un sol travaillé, on devrait chercher à obtenir, après les semis, un niveau de résidus variant entre 30 et 40 %. Pour obtenir des peuplements uniformes dans des champs travaillés au chisel, les équipements de semis doivent :

- ôter ou couper les résidus devant les disques ouvre-sillons;
- ouvrir un sillon étroit dans du sol ferme et humide;
- assurer une profondeur et un positionnement des semences uniformes; et
- enfoncer les semis, les recouvrir de terre et presser le sol au-dessus des semences.

Les équipements de semis ont parfois besoin d'être modifiés quand la quantité de résidus est grande. Avant d'acheter un nouveau semoir ou planteur, il est conseillé de choisir un modèle conçu pour le semis direct caractérisé par un bâti plus lourd, des ressorts de pression qui assurent une meilleure pénétration dans le sol, des coutres qui écartent les résidus, des ouvre-sillons à double disque déporté, des roues de jauge de profondeur à la hauteur des ouvre-sillons pour mieux contrôler la profondeur du travail et des roues plombeuses pour mieux refermer les sillons.

Ouvre-sillons

Le type d'ouvre-sillons qu'on préfère pour les planteurs est l'ouvre-sillons à double disque déporté. Il permet de trancher les résidus, de réduire les problèmes de bourrage et de mieux contrôler la profondeur du travail du fait qu'il n'a pas tendance à sauter par-dessus les résidus. Les semoirs en lignes sont offerts avec trois types d'ouvre-sillons : coutre simple avec sabot, double disque déporté et double disque. Tous travaillent bien dans d'épaisses couches de résidus.

Coutres

Le chisel et le pulvériseur laissent le sol mou, si bien que les coutres, au lieu de trancher les résidus, risquent de les enfouir dans le sol. En conséquence, le planteur risque, non pas de déposer les semences dans le sol, mais de les coincer dans des résidus. En l'absence de contact avec le sol, la semence risque de subir les effets toxiques des résidus. Le coutre ondulé est celui qui tranche le mieux les résidus. Pour assurer un semis précis dans les champs travaillés au chisel, il se peut qu'il faille munir le planteur de coutres et de déblayeurs de rang installés à l'avant des ouvre-sillons lorsque les quantités de résidus sont importantes.

Déblayeurs de rang

Il s'agit d'un jeu de disques légèrement déportés, qui projettent les plus gros morceaux de résidus et les mottes de sol hors des rangs. Il en existe de nombreux modèles : lisses, crénelés ou à dent. Ils viennent aussi en différentes dimensions. Le choix d'un modèle en particulier dépend des préférences personnelles. Tous doivent être installés avec soin à une hauteur adéquate qui permette de déplacer les résidus et non le sol.

Plus la surface du sol est grossière et inégale, plus il est difficile de régler les déblayeurs de rang à une hauteur qui permette d'écarter suffisamment les résidus sans creuser un sillon dans le rang. Pour mieux contrôler la profondeur du travail, on devrait monter les déblayeurs sur les unités de semis.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – DÉCHAUMAGE AU CHISEL

Roues plombeuses

La configuration optimale des roues plombeuses ne fait pas l'unanimité. Les deux types les plus répandus sont les modèles en V et les modèles de roues en caoutchouc. Pour le déchaumage au chisel, il faut rechercher les roues plombeuses les plus lourdes qui sont dotées de points de contact rapprochés et qui referment bien le sillon.

Le choix d'un modèle particulier de roues plombeuses dépend du type de sol et des conditions d'humidité au moment des semis. Les roues plombeuses devraient :

- recouvrir les semences de sol et non de résidus;
- presser le sol recouvrant les semences, sans le compacter; et
- éviter l'encroûtement après les plantations.

Le temps qu'on consacre au réglage des roues plombeuses constitue un bon investissement.

Les roues plombeuses les plus courantes sont les roues de caoutchouc larges (à gauche) et les roues en V (à droite). Le choix de l'un ou l'autre modèle dépend du sol et des conditions au moment des semis.

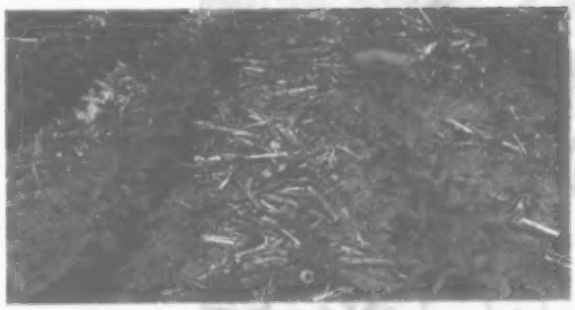
Densité de semis

Par rapport au labour traditionnel, le déchaumage au chisel n'amène aucun changement dans la densité des semis. Dans des surfaces moins uniformes, il faut toutefois réduire la vitesse pour maintenir la profondeur du travail constante et assurer un bon recouvrement des semences. Il est important de vérifier la pression des pneus pour réduire le glissement de la roue d'entraînement qui pourrait influencer lui aussi la densité de semis. Voir si cette dernière était adéquate en vérifiant le peuplement obtenu. Le réglage du planteur est nécessaire au maintien de la densité voulue.

Réglage et fonctionnement du planteur

Quand les résidus sont nombreux, il est particulièrement important de surveiller le travail du planteur pendant qu'il fonctionne, en vérifiant notamment:

- si la profondeur et l'espacement des semences sont corrects;
- si les roues plombeuses referment le sillon adéquatement;
- si le réglage des déblayeurs de rang permet de déplacer les résidus (et non le sol) hors du rang;
- si les coutres tranchent bel et bien les résidus plutôt que de les pousser dans le sol; et
- si les déflecteurs sont en place pour protéger, entre autres, les chaînes en mouvement.



Avec un bon réglage du planteur, le déchaumage au chisel devrait permettre d'obtenir un peuplement de soya uniforme et sain.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – DÉCHAUMAGE AU CHISEL

ÉQUIPEMENT DE RÉCOLTE

Il est particulièrement important que les résidus soient bien répartis. Les moissonneuses-batteuses devraient être munies d'épandeurs de paille aptes à répartir la paille uniformément sur toute la largeur de travail de l'appareil. Cela constitue même la première étape d'un programme de déchaumage au chisel.

Dans le déchaumage au chisel, il est important que les résidus et la paille soient répartis uniformément sur toute la largeur de la moissonneuse-batteuse.

Il ne fait aucun doute que les coûts liés à la modification de l'équipement et, dans certains cas, au remplacement de l'équipement, rendent la transition à un système de déchaumage au chisel coûteuse. Ce système permet en revanche de réaliser des économies de main-d'oeuvre et de carburant, sans compter qu'une fois en place, il contribue à réduire les pertes de sol.

Pratiques de gestion optimales pour le déchaumage au chisel

- ▶ Choisir des outils de travail du sol compatibles avec la puissance du tracteur. Il vaut mieux utiliser du petit outillage sur un gros tracteur que l'inverse.
- ▶ Ne travailler le sol que lorsque les conditions sont propices, jamais lorsque le sol est mouillé.
- ▶ Ne travailler le sol qu'au besoin. On peut semer du blé directement, sans travail du sol, dans du chaume de fèves.
- ▶ Travailler le sol à contre-pente pour freiner les pertes de sol dues à l'érosion. Les chisels et les pulvériseurs tournent quand même assez bien mais ne peuvent faire de virages serrés en maintenant l'outillage au sol.
- ▶ Pour éviter de les soumettre à une usure excessive, régler les coutres du chisel tout juste à la profondeur nécessaire pour trancher les résidus.
- ▶ Les charrues chisel et les pulvériseurs travaillent mieux dans les résidus de maïs si le champ est travaillé légèrement à angle par rapport aux anciens rangs.
- ▶ Veiller à alterner sur le chisel les socs vrillés qui sont orientés vers la droite et ceux qui sont vers la gauche.
- ▶ Chisel et pulvériseur doivent tous deux être réglés de niveau.

COMMENT S'Y PRENDRE

On doit d'abord choisir la méthode de travail du sol la mieux adaptée à ses besoins. Tout changement à ce niveau entraîne aussi des changements au niveau des autres techniques agronomiques. Voici certains points à prendre en considération.

Pour éviter des problèmes de bourrage, le chisel travaille le sol légèrement à angle par rapport aux rangs de maïs.

Type de sol

Plus le sol est léger, plus les possibilités sont nombreuses. Le semis-direct convient tout autant que le déchaumage au chisel. Par contre, dans des terres argileuses et les loams argileux qui se drainent mal, il se peut qu'un labour à l'aide de la charrue à versoirs soit la meilleure solution.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – DÉCHAUMAGE AU CHISEL

Drainage du sol

La personne qui envisage de pratiquer le déchaumage au chisel doit d'abord améliorer la capacité de drainage du sol, car les résidus laissés à la surface du sol ralentissent le processus de séchage.

Le drainage est un facteur important du système de déchaumage au chisel. Dans les champs mouillés, on doit d'abord installer des drains agricoles avant de pratiquer le déchaumage au chisel.

Problème d'érosion

Les pentes longues et abruptes présentent davantage de problèmes d'érosion et nécessitent des changements plus importants au niveau des méthodes agronomiques et de travail du sol. Les pentes complexes sont difficiles à gérer si le changements ne portent que sur les pratiques agronomiques. Le travail du sol suivant les courbes de niveau ou en travers de la pente se fait plus facilement à l'aide d'une charrue chisel ou d'un pulvériseur déporté qu'avec la charrue à versoirs. Le travail secondaire du sol et les semis peuvent aussi se faire à contre-pente si la pente est simple. Dans le cas des pentes complexes, il peut être préférable de faire le travail primaire du sol suivant les courbes de niveau et le travail secondaire et les semis dans le sens de la longueur du champ. Il faut protéger le sol pendant tout l'hiver et le début du printemps en laissant des résidus en surface ou en semant une culture couvre-sol.

Programme de cultures

Quelles seront les cultures pratiquées? Combien de résidus généreront-elles? La rotation des cultures est plus importante dans le cadre du déchaumage au chisel puisqu'elle aide à réprimer les mauvaises herbes et à lutter contre les insectes et les maladies. La séquence des cultures est également importante puisque la succession de certaines cultures provoque parfois l'apparition de problèmes. C'est notamment le cas du maïs et du blé.

Les résidus laissés à la surface du sol font obstacle à l'érosion. Il est bon de connaître le niveau de résidus avec lequel on devra travailler pour modifier le programme cultural en conséquence.

Répression des mauvaises herbes

Il est important pour l'agriculteur de savoir identifier les mauvaises herbes présentes dans ses champs et de connaître les méthodes de répression à utiliser. Il doit pour ce faire inspecter régulièrement ses cultures et accepter de pratiquer une rotation qui lui permette de lutter contre les mauvaises herbes vivaces telles que l'asclépiade de Syrie et le chiendent. L'agriculteur doit être ouvert au changement puisque le déchaumage au chisel peut l'obliger à modifier certaines pratiques de répression des mauvaises herbes.

Équipement disponible

Une bonne évaluation des outils de travail du sol et de semis ainsi que de leur capacité à négocier les résidus s'impose. Il faut prévoir à l'avance les modifications, les réglages et les remplacements nécessaires.

Le meilleur moyen d'expérimenter un nouveau système est de louer de l'équipement et d'en faire l'essai sur quelques acres.

Aptitudes en gestion

En parlant à des agriculteurs qui maîtrisent bien le déchaumage au chisel et en assistant à des rencontres portant sur les pratiques culturales de conservation, on peut mieux prévoir les difficultés et trouver des solutions. Il est important d'être disposé à modifier ses pratiques, d'avoir l'esprit ouvert et d'être suffisamment patient.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – DÉCHAUMAGE AU CHISEL

ADOPTION DU DÉCHAUMAGE AU CHISEL – PLAN QUINQUENNAL

Voici un plan visant la mise en oeuvre du déchaumage au chisel réparti sur une période de cinq ans. Le processus peut prendre plus ou moins de temps selon la situation de chaque ferme.

PREMIÈRE ANNÉE

- Identifier ses types de sol à partir d'une carte de sol offerte au bureau du MAAO.
- Tracer un plan grossier de la ferme, en situant les bâtiments, les clôtures, les zones boisées, les marécages et les pentes. Reproduire ce plan en plusieurs exemplaires.
- Tenir des registres pour chaque champ.
- Inspecter les champs, prendre note des zones infestées de mauvaises herbes et identifier ces dernières. En cas de doute, apporter un spécimen au bureau du MAAO aux fins d'identification.
- Faire faire des analyses de sol si cela n'a pas été fait au cours des trois dernières années.
- Penser à remédier à tout problème de drainage avant de commencer à pratiquer le déchaumage au chisel.
- Mettre le programme de rotation des cultures sur papier. Passer à la nouvelle méthode après une culture de fèves ou de céréales, pourvu que la paille soit récoltée.
- Vérifier l'équipement devant servir au travail secondaire du sol; l'espacement des socs devrait être d'environ 15 cm (6 po.) pour permettre le passage des résidus.
- Se renseigner sur l'équipement conçu pour le déchaumage au chisel et l'équipement de travail secondaire du sol offert en location dans la région.
  Voir les différents modèles et principes s'offrant à l'expérimentation.
- Évaluer la capacité du planteur et du semoir actuel de négocier les résidus. Voir les modèles offerts en location.
- Lire ce qui se publie dans les revues spécialisées et les fiches techniques du MAAO sur le déchaumage au chisel, assister à des visites de ferme où cette méthode se pratique et profiter des services de consultation offerts.
- Parler à des agriculteurs qui se félicitent d'avoir adopté cette méthode et en retire une bonne expérience. Établir des parallèles avec sa propre ferme et voir quelles sont les différences. Rencontrer, dans la mesure du possible, des agriculteurs travaillant dans les mêmes conditions de sol que les siennes. Voir quelles ont été leurs erreurs et tirer une leçon de leur expérience.

Des inspections attentives sont très importantes pour se tenir à l'affût de tout ce qui peut survenir. Elles aident par ailleurs à tenir des registres précis.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – DÉCHAUMAGE AU CHISEL

DEUXIÈME ANNÉE

- Fertiliser le sol selon les besoins révélés par l'analyse de sol.
- Tenir à jour les registres portant sur les zones qui présentent des problèmes de mauvaises herbes, de maladies ou de ravageurs. Planifier les modes de lutte adaptés à toutes les cultures faisant partie de la rotation.
- Régler l'épandeur de paille sur l'équipement de récolte ou trouver un travailleur à forfait qui dispose d'un bon épandeur de paille.
- Expérimenter d'abord la méthode sur une superficie de 2 à 4 hectares (5 à 10 acres), à l'aide d'équipement loué.
- Travailler avec le chisel ou le pulvériseur à contre-pente, indépendamment du sens des rangs, afin d'éviter le ruissellement le long des sillons.

TROISIÈME ANNÉE

- Continuer de maintenir les registres à jour et d'évaluer les progrès réalisés sur les petites parcelles à l'essai.
- Planifier le travail secondaire du sol et les semis en fonction des conditions de sol et non en fonction de ce que les voisins font. Le fait de travailler le sol ou de faire des semis quand le degré d'humidité est trop élevé donne un lit de semences fait de grosses mottes et un peuplement moins dense. Il se peut qu'il faille procéder aux semis un jour ou deux plus tard qu'avec une méthode traditionnelle. La patience est de règle.
- Accroître la superficie travaillée pour intégrer davantage de types de résidus.
- Faire l'essai de différents socs sur le chisel ou d'une combinaison de socs vrillés et de pattes d'oie pour voir ce qui convient le mieux au sol et aux types de résidus.

QUATRIÈME ANNÉE

- Continuer de surveiller les progrès accomplis et de tenir les registres à jour.
- Évaluer les méthodes de lutte contre les mauvaises herbes, les maladies et les parasites. Consulter des experts si des ajustements s'imposent.
- Établir un budget en vue de l'achat d'équipement adapté aux pratiques culturales de conservation. Déterminer la valeur de l'équipement à donner en échange et se renseigner sur ce que le marché offre. On peut aussi continuer à louer de l'équipement pendant quelques années.
- Modifier les équipements de semis afin qu'ils puissent mieux négocier la quantité accrue de résidus.
- Si tout l'équipement fonctionne bien en présence de résidus, déchaumer au chisel les cultures de maïs.

CINQUIÈME ANNÉE

- Faire le bilan de la situation et apporter les correctifs nécessaires.
- Évaluer ses besoins d'équipement et faire les achats nécessaires. Modifier au besoin l'équipement existant.
- Continuer à perfectionner les pratiques culturales et les méthodes de lutte antiparasitaire.
- Garder les registres de culture à jour.

Le respect du plan qui précède, la tenue de bons registres et l'évaluation des progrès accomplis devraient être un gage de succès dans la mise en oeuvre du déchaumage au chisel.

Évaluer les rendements des champs où on pratique à l'essai le déchaumage au chisel facilite la prise de décisions sur les changements à apporter au programme de culture.

Participer à des visites de fermes est un excellent moyen de se tenir à jour sur les nouvelles techniques qui donnent de bons résultats.

GUIDE DE DÉPANNAGE

PROBLÈME	CAUSE	SOLUTION
Ruissellement accru	• Le travail du sol dans le sens de la pente crée des canaux que l'eau emprunte.	• Travailler le champ à contre-pente pour réduire la vitesse d'écoulement de l'eau en créant des obstacles à sa descente.
Accumulation d'eau en surface	• Compactage ou mauvaise structure de sol.	• Améliorer la rotation. Utiliser des plantes couvre-sol incluant des légumineuses et épandre du fumier pour améliorer la structure du sol. Éviter de travailler le sol et de faire des épandages de fumier lorsque le sol est mouillé.
Pénétration inégale de la charrue chisel	• La charrue n'est pas de niveau. • Les pointes des socs sont usées. • Le sol est trop dur pour les pattes d'oie. • La puissance n'est pas suffisante pour assurer une pénétration adéquate.	• S'assurer qu'elle soit de niveau de l'avant à l'arrière et d'un côté à l'autre. • Les vérifier et les remplacer ou les aiguiser au besoin. • Mettre des socs étroits dans la première rangée afin de briser le sol durci et laisser les pattes d'oie à l'arrière. • Retirer un ou deux socs de chaque côté pour réduire la largeur de travail. Utiliser un tracteur plus performant.
Bourrage sous le chisel ou le pulvériseur	• Mauvaise répartition des résidus par la moissonneuse-batteuse. • Trop de paille. • Les coutres ne tournent pas. • Les coutres sont trop profonds. • Les socs vrillés sont mal disposés. • Les résidus sont trop mouillés.	• Régler l'épandeur ou en ajouter un. • Mettre en balle la paille des céréales. Régler la barre de coupe plus haut. Faire alterner des cultures laissant beaucoup de résidus et des cultures laissant peu de résidus (comme par exemple le maïs et les fèves). • Les régler plus bas afin qu'ils tranchent plus profondément le sol. Lubrifier ou remplacer les coussinets. • Relever les coutres afin qu'ils coupent les résidus. • Disposer tous les socs dans le même sens dans la première rangée, tous dans le sens inverse dans la deuxième rangée, et la moitié dans un sens et l'autre moitié dans l'autre sens de façon à ce qu'ils projettent les résidus vers le milieu, dans la troisième rangée. • Attendre qu'ils sèchent ou qu'ils gèlent.
Les résidus obstruent le cultivateur	• Le dégagement du cultivateur n'est pas suffisant.	• Retirer quelques socs et réespacer les autres afin de faciliter le passage des résidus. Louer, emprunter ou acheter un cultivateur à haut dégagement. Remplacer les pattes d'oie par des socs vrillés pour enfouir davantage de résidus.
Résidus provoquant le bourrage de l'équipement	• Le dégagement n'est pas suffisant pour les résidus.	• Munir le planteur de coutres pour trancher les résidus. Ajouter des déblayeurs de rang pour déplacer les résidus hors du rang. Munir les semoirs d'unités de semis décalées afin de mieux maîtriser l'écoulement des résidus. Ajouter des coutres sur le chisel pour réduire la grosseur des résidus.
Manque de précision des semis	• Les disques ouvre-sillons sont usés. • Semences coincées dans les résidus. • Manques.	• Vérifier le degré d'usure et remplacer les pièces au besoin. • S'assurer que les coutres sont bien aiguisés. Ajouter des déblayeurs de rang pour écarter les résidus. • Augmenter la pression exercée sur les roues d'entraînement.

GUIDE DE DÉPANNAGE

PROBLEME	CAUSE	SOLUTION
Piètre germination	• Semences pourries ou malades.	• Traiter les semences. Faire la rotation des cultures. Si le sol est trop mouillé, semer moins profondément et améliorer le drainage.
	• Semis trop en surface.	• Régler la profondeur de semis afin de placer la semence dans de la terre humide.
	• Agglomération en mottes des particules de sol dans le lit de semences.	• Le sol était trop mouillé lorsqu'il a été travaillé. Retarder le travail du sol. Remplacer les socs vrillés par des pattes d'oie pour obtenir une surface plus lisse et de plus petits agrégats. Ajouter une herse niveleuse à l'arrière du chisel pour niveler la surface et réduire les écarts dans le degré d'humidité.
	• Lit de semence froid.	• Trop de résidus. Munir le semoir de déblayeurs de rang. Retarder les semis d'un jour ou deux. Opter pour un hybride ou une variété qui résiste mieux au froid.
Levée inégale	• Agglomération en mottes des particules de sol dans le lit de semences.	• Voir ci-dessus la solution préconisée pour le piètre taux de germination.
	• Humidité mal répartie à cause des billons créés par les socs vrillés.	• Ajouter une herse niveleuse à l'arrière du chisel pour réduire la hauteur du billon. Remplacer tous les socs par des pattes d'oie ou ajouter des pattes d'oie dans la dernière rangée.
	• Résidus d'herbicides.	• Un sol moins mélangé peut créer des accumulations d'herbicides comme l'atrazine dont les résidus peuvent endommager les cultures ultérieures. Réduire les taux d'herbicide ou les remplacer par des herbicides moins persistants.
Mauvaises herbes échappant aux traitements chimiques	• Mauvais contact des herbicides avec le sol.	• Les incorporer en deux passages. Accroître le volume d'eau pour une meilleure couverture.
	• Les rhizomes des vivaces ne sont pas suffisamment remués.	• Identifier les mauvaises herbes et appliquer les herbicides aux moments appropriés
	• Deuxième poussée de germination.	• Travailler l'entre-rang et pulvériser un herbicide de post-levée, si cette opération est rentable.
Répression inefficace des mauvaises herbes	• Emploi du mauvais herbicide.	• Identifier les mauvaises herbes présentes. Consulter un spécialiste ou la publication 75F du MAAO pour connaître le meilleur moyen à prendre.
	• Taux d'application inadéquat.	• Calibrer le pulvérisateur. Voir si les buses sont usées et les remplacer au besoin. Vérifier les taux d'application recommandés pour le type de sol. Ne pulvériser que lorsqu'il y a peu de risques de vents ou de fortes averses. Maintenir la vitesse d'avancement constante.
	• Les mauvaises herbes sont trop grosses.	• Inspecter les champs régulièrement. Conserver un registre des problèmes antérieurs de mauvaises herbes et de maladies afin de savoir à quoi s'attendre. Planifier les traitements d'herbicides à l'avance et se tenir prêt à les appliquer au moment approprié.
Maladie	• Variétés vulnérables.	• Choisir des variétés résistantes. Pratiquer une rotation propre à briser le cycle de la maladie.

GUIDE DE DÉPANNAGE

PROBLEME	CAUSE	SOLUTION
Ruissellement accru	• Le travail du sol dans le sens de la pente crée des canaux que l'eau emprunte.	• Travailler le champ à contre-pente pour réduire la vitesse d'écoulement de l'eau en créant des obstacles à sa descente.
Accumulation d'eau en surface	• Compactage ou mauvaise structure de sol.	• Améliorer la rotation. Utiliser des plantes couvre-sol incluant des légumineuses et épandre du fumier pour améliorer la structure du sol. Éviter de travailler le sol et de faire des épandages de fumier lorsque le sol est mouillé.
Pénétration inégale de la charrue chisel	• La charrue n'est pas de niveau. • Les pointes des socs sont usées. • Le sol est trop dur pour les pattes d'oie. • La puissance n'est pas suffisante pour assurer une pénétration adéquate.	• S'assurer qu'elle soit de niveau de l'avant à l'arrière et d'un côté à l'autre. • Les vérifier et les remplacer ou les aiguiser au besoin. • Mettre des socs étroits dans la première rangée afin de briser le sol durci et laisser les pattes d'oie à l'arrière. • Retirer un ou deux socs de chaque côté pour réduire la largeur de travail. Utiliser un tracteur plus performant.
Bourrage sous le chisel ou le pulvériseur	• Mauvaise répartition des résidus par la moissonneuse-batteuse. • Trop de paille. • Les coutres ne tournent pas. • Les coutres sont trop profonds. • Les socs vrillés sont mal disposés. • Les résidus sont trop mouillés.	• Régler l'épandeur ou en ajouter un. • Mettre en balle la paille des céréales. Régler la barre de coupe plus haut. Faire alterner des cultures laissant beaucoup de résidus et des cultures laissant peu de résidus (comme par exemple le maïs et les fèves). • Les régler plus bas afin qu'ils tranchent plus profondément le sol. Lubrifier ou remplacer les coussinets. • Relever les coutres afin qu'ils coupent les résidus. • Disposer tous les socs dans le même sens dans la première rangée, tous dans le sens inverse dans la deuxième rangée, et la moitié dans un sens et l'autre moitié dans l'autre sens de façon à ce qu'ils projettent les résidus vers le milieu, dans la troisième rangée. • Attendre qu'ils sèchent ou qu'ils gèlent.
Les résidus obstruent le cultivateur	• Le dégagement du cultivateur n'est pas suffisant.	• Retirer quelques socs et réespacer les autres afin de faciliter le passage des résidus. Louer, emprunter ou acheter un cultivateur à haut dégagement. Remplacer les pattes d'oie par des socs vrillés pour enfouir davantage de résidus.
Résidus provoquant le bourrage de l'équipement	• Le dégagement n'est pas suffisant pour les résidus.	• Munir le planteur de coutres pour trancher les résidus. Ajouter des déblayeurs de rang pour déplacer les résidus hors du rang. Munir les semoirs d'unités de semis décalées afin de mieux maîtriser l'écoulement des résidus. Ajouter des coutres sur le chisel pour réduire la grosseur des résidus.
Manque de précision des semis	• Les disques ouvre-sillons sont usés. • Semences coincées dans les résidus. • Manques.	• Vérifier le degré d'usure et remplacer les pièces au besoin. • S'assurer que les coutres sont bien aiguisés. Ajouter des déblayeurs de rang pour écarter les résidus. • Augmenter la pression exercée sur les roues d'entraînement.

GUIDE DE DÉPANNAGE

PROBLEME	CAUSE	SOLUTION
Piètre germination	• Semences pourries ou malades.	• Traiter les semences. Faire la rotation des cultures. Si le sol est trop mouillé, semer moins profondément et améliorer le drainage.
	• Semis trop en surface.	• Régler la profondeur de semis afin de placer la semence dans de la terre humide.
	• Agglomération en mottes des particules de sol dans le lit de semences.	• Le sol était trop mouillé lorsqu'il a été travaillé. Retarder le travail du sol. Remplacer les socs vrillés par des pattes d'oie pour obtenir une surface plus lisse et de plus petits agrégats. Ajouter une herse niveleuse à l'arrière du chisel pour niveler la surface et réduire les écarts dans le degré d'humidité.
	• Lit de semence froid.	• Trop de résidus. Munir le semoir de déblayeurs de rang. Retarder les semis d'un jour ou deux. Opter pour un hybride ou une variété qui résiste mieux au froid.
Levée inégale	• Agglomération en mottes des particules de sol dans le lit de semences.	• Voir ci-dessus la solution préconisée pour le piètre taux de germination.
	• Humidité mal répartie à cause des billons créés par les socs vrillés.	• Ajouter une herse niveleuse à l'arrière du chisel pour réduire la hauteur du billon. Remplacer tous les socs par des pattes d'oie ou ajouter des pattes d'oie dans la dernière rangée.
	• Résidus d'herbicides.	• Un sol moins mélangé peut créer des accumulations d'herbicides comme l'atrazine dont les résidus peuvent endommager les cultures ultérieures. Réduire les taux d'herbicide ou les remplacer par des herbicides moins persistants.
Mauvaises herbes échappant aux traitements chimiques	• Mauvais contact des herbicides avec le sol.	• Les incorporer en deux passages. Accroître le volume d'eau pour une meilleure couverture.
	• Les rhizomes des vivaces ne sont pas suffisamment remués.	• Identifier les mauvaises herbes et appliquer les herbicides aux moments appropriés.
	• Deuxième poussée de germination.	• Travailler l'entre-rang et pulvériser un herbicide de post-levée, si cette opération est rentable.
Répression inefficace des mauvaises herbes	• Emploi du mauvais herbicide.	• Identifier les mauvaises herbes présentes. Consulter un spécialiste ou la publication 75F du MAAO pour connaître le meilleur moyen à prendre.
	• Taux d'application inadéquat.	• Calibrer le pulvérisateur. Voir si les buses sont usées et les remplacer au besoin. Vérifier les taux d'application recommandés pour le type de sol. Ne pulvériser que lorsqu'il y a peu de risques de vents ou de fortes averses. Maintenir la vitesse d'avancement constante.
	• Les mauvaises herbes sont trop grosses.	• Inspecter les champs régulièrement. Conserver un registre des problèmes antérieurs de mauvaises herbes et de maladies afin de savoir à quoi s'attendre. Planifier les traitements d'herbicides à l'avance et se tenir prêt à les appliquer au moment approprié.
Maladie	• Variétés vulnérables.	• Choisir des variétés résistantes. Pratiquer une rotation propre à briser le cycle de la maladie.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

Semis direct de maïs dans des résidus de soya.

SEMIS DIRECT

La popularité du semis direct, ou culture sans travail du sol, est de plus en plus croissante en Amérique du Nord. Les agriculteurs se préoccupent de la qualité du sol et de l'eau et voient dans ces pratiques des résultats avantageux. On peut identifier trois caractéristiques du semis direct :

- les champs ne sont plus labourés;
- les débris végétaux demeurent à la surface du sol et le protègent contre l'érosion;
- lors des semis, le semoir/planteur prépare un lit de semence étroit et effectue le placement adéquat de la semence et de l'engrais.

SEMIS SUR BILLONS

La culture sur billons est une alternative au semis direct. Les agriculteurs optent moins facilement pour le semis sur billons car l'investissement et les efforts initiaux requis sont plus importants. Comparativement au semis direct, ce système convient davantage aux terres mal drainées. En plus des principes de base énumérés pour le semis direct, le semis sur billons possèdent les caractéristiques suivantes :

- Le billon est formé au début de l'été au moyen d'un cultivateur. L'année suivante, le semis s'effectue sur le billon.
- Les billons sont conservés, année après année.
- La formation de billons permanents signifie que la circulation dans le champ est limitée à des endroits spécifiques. En conséquence, la zone radiculaire est à l'abri du compactage. Toutefois, ce système exige souvent une modification au niveau de l'espacement des roues des machines utilisées.
- Le désherbage est fait au moyen d'un cultivateur pour cultures en rang ce qui réduit l'emploi d'herbicides.
- A l'heure actuelle et de façon générale, les plantes fourragères ne se cultivent pas sur des billons.

Soya semé sur billons dans des résidus de maïs.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

LA PHASE DE TRANSITION – DE LA PHASE A À LA PHASE B

Les agriculteurs ayant l'expérience du semis direct ou sur billons évaluent la période de transition de trois à cinq ans. Après ce temps cette méthode présente généralement tous ses avantages. Plusieurs changements se produisent durant cette période de transition, dont les suivants :

- ▶ amélioration de la structure du sol;
- ▶ changement au niveau de la gestion des résidus;
- ▶ les espèces ennemies des cultures et les moyens de lutte contre elles peuvent se modifier;
- ▶ changement au niveau des outils de travail;
- ▶ la rotation des cultures peut connaître des modifications;
- ▶ changement au niveau de la gestion des éléments nutritifs.

Cette période en est une d'ajustements, tant pour l'agriculteur que pour son système cultural. En voici un exemple sous forme de tableau :

SEMIS DIRECT – APEÇU DES CHANGEMENTS GRADUELS POSSIBLES

	SOL	SEMOIR	ROTATION	DÉSHERBAGE
Semis direct au début.	Structure pauvre. Drainage pauvre.	À deux coutres.	Maïs en monoculture.	Grave problème de mauvaises herbes annuelles. Désherbage en pré-levée.
Semis direct au bout de trois ans.	Structure et drainage du sol améliorés.	À deux coutres et déblayeurs de rang.	Maïs, soya et blé.	Légers problèmes avec les mauvaises herbes annuelles. Désherbage en post-levée.

Le sol va se ressuyer et se réchauffer plus rapidement au printemps, à mesure que sa structure connaît des changements. En conséquence, la date des semis en sera influencée. Si l'agriculteur considère toutes les composantes d'un système cultural impliquant le semis direct ou sur billons, il peut s'attendre à des résultats convaincants dès la première année.

LA PHASE DE TRANSITION – DE LA PHASE A À LA PHASE B

Les agriculteurs ayant l'expérience du semis direct ou sur billons s'allient la période de transition de trois à cinq ans. Après ce temps cette méthode présente généralement tous ses avantages. Plusieurs changements se produisent durant cette période de transition, dont les suivants :

- amélioration de la structure du sol ;
- changement au niveau de la gestion des résidus ;
- les espèces ennemies des cultures et les moyens de lutte contre elles peuvent se modifier ;
- changement au niveau des outils de travail ;
- la rotation des cultures peut connaître des modifications ;
- changement au niveau de la gestion des éléments nutritifs.

Cette période en est une d'ajustements, tant pour l'agriculteur que pour son système cultural. En voici un exemple sous forme de tableau :

SEMIS DIRECT – APEÇU DES CHANGEMENTS GRADUELS POSSIBLES

	SOL	SEMOIR	ROTATION	DÉSHERBAGE
Semis direct au début.	Structure pauvre. Drainage pauvre.	À deux coutres.	Maïs en monoculture.	Grave problème de mauvaises herbes annuelles. Désherbage en pré-levée.
Semis direct au bout de trois ans.	Structure et drainage du sol améliorés.	À deux coutres et déblayeurs de rang.	Maïs, soya et blé.	Légers problèmes avec les mauvaises herbes annuelles. Désherbage en post-levée.

Le sol va se ressuyer et se réchauffer plus rapidement au printemps, à mesure que sa structure connaît des changements. En conséquence, la date des semis en sera influencée. Si l'agriculteur considère toutes les composantes d'un système cultural impliquant le semis direct ou sur billons, il peut s'attendre à des résultats convaincants dès la première année.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

Changements du sol suite à l'abandon du travail du sol

- **La teneur en matières organiques du sol augmente graduellement.**
- **La structure du sol s'améliore (amélioration de l'aération, du mouvement de l'eau et de la croissance des racines).**
- **Le sol se raffermit.**
- **La vie dans le sol s'accroît (populations plus élevées de vers, d'insectes, de champignons et de bactéries).**

Les changements obtenus varient, tout dépendant des conditions initiales du sol et des plantes cultivées. Citons à titre d'exemple, les rotations incluant des plantes fourragères et céréalières; les améliorations obtenues sont les plus rapides en raison du système radiculaire fibreux de ces plantes.

UN CHOIX NATUREL

Les agriculteurs pratiquant le semis direct ou le semis sur billons ont l'impression que leur terre retrouve un aspect naturel. Pour mieux se représenter le concept environnemental, il suffit de penser à nos forêts canadiennes. Il est rare d'y voir des cas d'érosion, car les feuilles qui tombent à la surface du sol, le maintiennent en place. Sous les feuilles mortes, on retrouve une multitude de vers, bactéries, champignons et autres organismes du sol. Ces créatures décomposent la couche de feuilles et contribuent à la nutrition des arbres.

Il peut sembler difficile de faire la comparaison entre les forêts et les pratiques agricoles modernes. Cependant, le processus qui se développe dans la forêt est similaire à celui de la terre soumise aux semis directs ou sur billons. En ne labourant pas la terre et en laissant les résidus à la surface, les agriculteurs protègent le sol. Comme dans le cas de la forêt, il existe sous la couche de résidus un milieu vivant et sain.

Sous la couche de feuilles mortes d'une forêt, on retrouve une multitude d'organismes vivants.

L'environnement des champs de semis direct ressemble à celui d'une forêt.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

CERTAINS SOLS SONT PLUS DIFFICILES À GÉRER

Les loams sablonneux fins, les loams limoneux et les argiles sont plus difficiles à gérer dans un système de semis direct ou sur billons. Si ces sols sont recouverts d'une couche épaisse de résidus, ils peuvent prendre plus de temps pour se ressuyer. A mesure que la structure du sol s'améliore, la date des semis peut changer.

- Des délais sont possibles si le sol n'est pas suffisamment sec.
- Il est important de ne pas trop attendre, car les sols argileux vont devenir trop secs et durs.
- Les conditions du sol vont changer d'un printemps à l'autre, exigeant des réglages et des outils spécifiques.
- Le semis sur billons peut aider à réduire les délais engendrés par un sol trop humide. Le sol des billons se réchauffe et sèche plus vite qu'un sol plat.

DIMINUTION DU COMPACTAGE DE SOL

Les risques de compactage sont réduits en raison de la diminution de la grosseur des outils utilisées et du nombre de passages au champ. De plus, dans un système sur billons, la circulation est restreinte à certains endroits du champ.

LE SOL – UN MILIEU VIVANT

Les résidus dans un système de semis direct ou sur billons favorisent la vie biologique du sol, et conséquemment, améliorent la décomposition, la structure et la quantité d'air du sol. Les vers de terre broient et mélangent les résidus, tout en les incorporant à un milieu humide. Leurs excréments sont alors plus facilement assimilables par les microbes du sol. En retour, ces microbes agissent de façon plus efficace et favorisent ainsi une décomposition accélérée des résidus.

Changements au niveau de la gestion suite à l'abandon du travail du sol

- **Le lit de semence demande peu de travaux aratoires.**
- **Certains sols peuvent être plus lents à se ressuyer au printemps. Habituellement, cette situation ne dure que pendant la phase de transition.**
- **D'autres sols peuvent se ressuyer plus rapidement, au fur et à mesure que leur structure s'améliore.**

Tas de résidus au dessus d'un trou de ver de terre.

Semis direct de soya.

GESTION DES RÉSIDUS

AVANTAGES	INCONVENIENTS
Si les résidus sont hachés, la crête des billons sèche plus rapidement, ce qui permet un semis plus hâtif.	Le hachage des résidus forme une couche épaisse qui réduit le réchauffement du sol. Les sols foncés absorbent davantage la chaleur que les résidus de couleur claire. La monoculture du maïs sur billons en sol argileux lourds tend à favoriser l'accumulation des tiges hachées dans les entre-rangs. Les résidus peuvent garder le sol trop humide et causer la formation d'ornières.
Dans les régions chaudes, les mauvaises herbes peuvent germer plus vite permettant un meilleur désherbage chimique total.	Les résidus hachés dans les entre-rangs peuvent être entraînés par de fortes pluies et s'accumuler dans les zones plus basses des champs en pente.
Les semis se font plus facilement lorsque les billons sont propres. Cette question ne préoccupera pas les agriculteurs plus expérimentés.	Le hachage entraîne l'usure de la machinerie. Il nécessite des dépenses de carburant et un passage supplémentaire au champ.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

Changements au niveau des résidus suite à l'abandon du travail du sol

- **Les résidus recouvrent 30 à 80 % de la surface du sol après les semis.**
- **Les résidus peuvent ralentir le ressuyage et le réchauffement du sol au printemps.**

Les résidus furent bien étalés l'automne précedent. Ce champ est prêt à être ensemencé.

Changements au niveau de la gestion suite à l'abandon du travail du sol

- **Les résidus doivent être épandus uniformément après la récolte.**
- **Des délais de semis sont possibles durant la période de transition.**
- **Les pratiques culturales et les machineries doivent être adaptées en fonction des résidus.**

GESTION DES RÉSIDUS

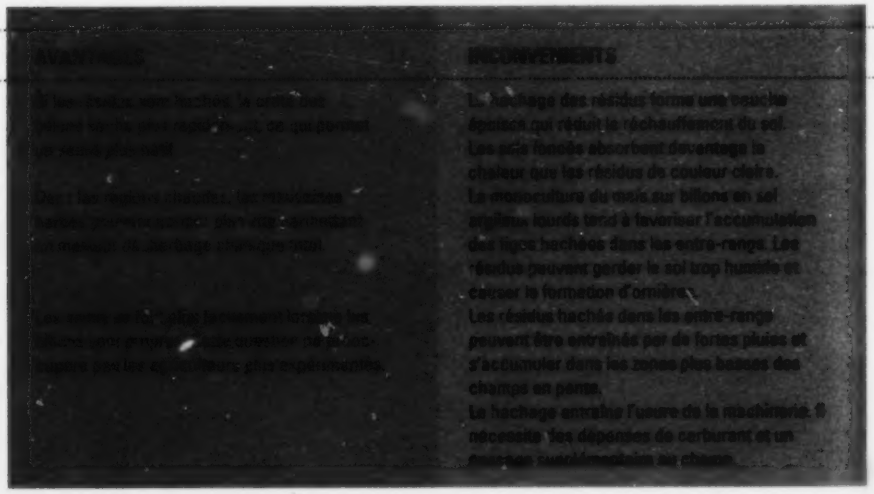
Les agriculteurs qui pratiquent le semis direct ou sur billons pour la première fois sont généralement préoccupés par les déchets végétaux. Les résidus ont une grande importance et ne causeront aucun problème s'ils l'on apprend à les gérer adéquatement.

La gestion des résidus est le point clé d'un système de semis direct ou sur billons. Toutes les pratiques au champ doivent être adaptées en conséquence; les semis, la fertilisation, le sarclage entre les rangs, le désherbage et la récolte. La gestion des résidus avant les semis permet d'effectuer toutes ces pratiques plus facilement.

Les résidus laissés à la surface agissent comme une couche isolante. Le réchauffement est ralenti durant la journée et le refroidissement retardé durant la nuit; en conséquence, les semis peuvent accuser des retards durant la période de transition. Le réchauffement du sol peut être accéléré grâce aux actions qui améliorent la structure et le drainage du sol, comme un programme de rotation court, les vers de terre et l'activité accrue des microbes.

HACHAGE DES RÉSIDUS DE RECOLTE

Les opinions des agriculteurs diffèrent face au hachage des résidus. Certaines de ces opinions peuvent sembler contradictoires, mais en regard des diverses situations, elles s'expliquent.



Ne pas hacher les résidus offre les avantages suivants :

- Les résidus sur pied piègent plus de neige et augmente les réserves d'eau sur les sols à texture légère.
- Les résidus sur pied ralentissent les pertes de chaleur dues aux courants d'air froid.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

ROTATION DES CULTURES

Le succès d'un système de travial réduit du sol dépend fortement de la rotation des cultures. Cette pratique facilite la gestion des résidus et améliore la structure du sol. De plus, la rotation nuit aux insectes et autres organismes parasitaires.

PROGRAMME DE ROTATION POUR LA GESTION DES RÉSIDUS

Tel que mentionné précédemment, les résidus de récolte ralentissent le taux de ressuyage du sol. Toutefois, cela n'implique pas nécessairement des semis retardés.

Semer du maïs dans des résidus de soya - La culture du soya laisse peu de résidus à la surface et leur décomposition est rapide. Un sol froid ne devrait pas être un inconvénient au semis de maïs sur résidus de soya.

Semer du soya sur des résidus de maïs - Le soya est habituellement ensemencé plus tard que le maïs. Ainsi, le sol recouvert de résidus de maïs dispose d'une période de temps plus longue pour se réchauffer.

Semer du soya ou du maïs sur des résidus de plantes céréalières - Les plantes fourragères et céréalières possèdent un système radiculaire fibreux qui améliore la structure et le drainage du sol. On sème souvent les céréales avec des plantes couvre-sol comme le trèfle rouge. Dans pareils cas, un traitement herbicide à l'automne peut prévenir les problèmes de mauvaises herbes. Des sols comme les loams limoneux ou argiles, recouverts de résidus de céréales prennent plus de temps à se réchauffer et à se ressuyer au printemps. Les rendements obtenus suite à un semis direct de maïs dans des chaumes de céréales sont réduits.

Il existe trois solutions courantes :

- Utiliser des déblayeurs de rang ou des coutres de travail pour aider le sol à se réchauffer;
- Travailler légèrement les résidus;
- Attendre jusqu'au printemps pour détruire les plantes couvre-sol. Cette opération va contribuer à assécher le sol.

Semis direct de soya dans des résidus de céréales.

Maïs sur billons après une culture de soya.

Semis direct de soya dans des résidus de maïs.

Voici un exemple d'une rotation à base fourragère pour le semis direct:

1re année ▸ **Avoine sous-ensemencée avec de la luzerne**

2e année ▸ **Luzerne**

3e année ▸ **Luzerne**

4e année ▸ **Luzerne**
▸ **15 août : injection de fumier liquide**
▸ **15 septembre : désherbage chimique total**

5e année ▸ **Maïs d'ensilage en semis direct**
▸ **Septembre : injection de fumier liquide + culture couvre-sol**

6e année ▸ **Orge en semis direct**
▸ **Juin : culture couvre-sol établi à la volée**
▸ **Août : injection de fumier liquide**

7e année ▸ **Maïs-grain en semis direct**

8e année ▸ **Soya en semis direct**

Recommencer le même programme de rotation

EFFET DE LA ROTATION ET PRÉVENTION DES MALADIES

La monoculture engendre des rendements décroissants. Les chercheurs n'ont toujours pas trouvé les raisons de cette diminution. Il pourrait s'agir d'une combinaison de plusieurs facteurs dont les insectes nuisibles, les maladies et les effets toxiques des débris végétaux. Il semble que le maïs et le soya se développement pauvrement lorsque les semis ont eu lieu dans des résidus de blé, en sols argileux ou loams limoneux, et que les conditions initiales de croissance étaient humides et froides.

Ne jamais semer du blé sur des résidus de blé ou de maïs - Peu importe le système aratoire utilisé, il y a toujours des problèmes potentiels de maladies dans une culture de blé. Pour des détails sur le sujet, consultez la fiche technique du MAAO intitulée: "La fusariose de l'épi". Un excès d'humidité dans le sol et des temps humides peuvent contribuer à accroître les risques. La présence de résidus abondants aggrave le problème sans toutefois le provoquer.

ROTATIONS CULTURALES COURANTES

Sans plantes fourragères

▸ Maïs - Soya - Plantes céréalières avec trèfle rouge comme plante couvre-sol.
▸ Maïs - Soya
▸ Soya - Plantes céréalières

Dans les exemples précédents, on peut remplacer le soya par les haricots blancs comestibles.

Avec plantes fourragères

La récolte des plantes fourragères durant les mois d'été exige de la main-d'oeuvre qui pourrait être utilisée pour les cultures en rangs ou l'épandage de fumier. Réserver les opérations d'épandage pour les mois d'août et septembre. Ainsi, les cultures couvre-sol pourront utiliser les éléments nutritifs qu'on aura apportés au sol.

RÉSUMÉ DES ROTATIONS CULTURALES

RESIDUS DE CULTURE	CULTURES À SEMER			
	MAÏS	*SOYA*	*BLÉ*	*PLANTES FOURRAGÈRES*
MAÏS	Problèmes d'insectes et de maladies	Recommandé	À éviter car les risques de maladies sont trop élevés	Recommandé
SOYA	Recommandé	Peut fonctionner, mais un suivi de non-légumineuse convient mieux	Recommandé	Fonctionne généralement bien, mais un suivi de non-légumineuse convient mieux
BLÉ	Le sol peut prendre du temps à se ressuyer	Fonctionne généralement bien s'il n'est pas sous-ensemencer de trèfle rouge.	À éviter car les risques de maladies sont trop élevés	Recommandé
PLANTES FOURRAGÈRES	Fonctionne généralement bien, mais il faut prendre garde aux limaces	Peut fonctionner, mais un suivi de non-légumineuse convient mieux	Possible, en autant que les plantes fourragères sont détruites avant le semis	Possible, en autant que toute végétation soit détruite (trois semaines avant les semis)

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

Voici un exemple d'une rotation à base fourragère pour le semis direct:

1re année ▸ **Avoine sous-ensemencée avec de la luzerne**

2e année ▸ **Luzerne**

3e année ▸ **Luzerne**

4e année ▸ **Luzerne**
▸ **15 août : injection de fumier liquide**
▸ **15 septembre : désherbage chimique total**

5e année ▸ **Maïs d'ensilage en semis direct**
▸ **Septembre : injection de fumier liquide + culture couvre-sol**

6e année ▸ **Orge en semis direct**
▸ **Juin : culture couvre-sol établi à la volée**
▸ **Août : injection de fumier liquide**

7e année ▸ **Maïs-grain en semis direct**

8e année ▸ **Soya en semis direct**

Recommencer le même programme de rotation

EFFET DE LA ROTATION ET PRÉVENTION DES MALADIES

La monoculture engendre des rendements décroissants. Les chercheurs n'ont toujours pas trouvé les raisons de cette diminution. Il pourrait s'agir d'une combinaison de plusieurs facteurs dont les insectes nuisibles, les maladies et les effets toxiques des débris végétaux. Il semble que le maïs et le soya se développement pauvrement lorsque les semis ont eu lieu dans des résidus de blé, en sols argileux ou loams limoneux, et que les conditions initiales de croissance étaient humides et froides.

Ne jamais semer du blé sur des résidus de blé ou de maïs - Peu importe le système aratoire utilisé, il y a toujours des problèmes potentiels de maladies dans une culture de blé. Pour des détails sur le sujet, consultez la fiche technique du MAAO intitulée; "La fusariose de l'épi". Un excès d'humidité dans le sol et des temps humides peuvent contribuer à accroître les risques. La présence de résidus abondants aggrave le problème sans toutefois le provoquer.

ROTATIONS CULTURALES COURANTES

Sans plantes fourragères

▸ Maïs - Soya - Plantes céréalières avec trèfle rouge comme plante couvre-sol.
▸ Maïs - Soya
▸ Soya - Plantes céréalières

Dans les exemples précédents, on peut remplacer le soya par les haricots blancs comestibles.

Avec plantes fourragères

La récolte des plantes fourragères durant les mois d'été exige de la main-d'oeuvre qui pourrait être utilisée pour les cultures en rangs ou l'épandage de fumier. Réserver les opérations d'épandage pour les mois d'août et septembre. Ainsi, les cultures couvre-sol pourront utiliser les éléments nutritifs qu'on aura apportés au sol.

	SOYA	*BLÉ*	*PLANTES FOURRAGÈRES*
	Recommandé	À éviter car les risques de maladies sont trop élevés	Recommandé
	Peut fonctionner, mais un suivi de non-légumineuse convient mieux	Recommandé	Fonctionne généralement bien, mais un suivi de non-légumineuse convient mieux
	Fonctionne généralement bien s'il n'est pas sous-ensemencer de trèfle rouge.	À éviter car les risques de maladies sont trop élevés	Recommandé
	Peut fonctionner, mais un suivi de non-légumineuse convient mieux	Possible, en autant que les plantes fourragères sont détruites avant le semis	Possible, en autant que toute végétation soit détruite (trois semaines avant les semis)

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

GESTION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS

Dans les systèmes de semis direct ou sur billons, les résidus laissés à la surface et une bonne structure du sol favorisent la vie dans le sol, et en conséquence, contribuent au cycle nutritionnel des plantes.

LA STRATIFICATION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS

L'absence de labour permet l'accumulation des éléments nutritifs dans les couches supérieures du sol. Les teneurs dans les couches plus basses sont moins élevées que dans le cas de terres travaillées selon les méthodes traditionnelles. Après vingt cinq ans de recherches, on a encore observé aucun tort fait à l'assimilation des éléments nutritifs ou aux rendements.

L'AZOTE

- La fertilisation azotée des céréales est similaire à celle utilisée dans les systèmes traditionnels.
- Dans la culture du maïs, l'azote est placé sous les résidus. Il faut éviter d'épandre à la volée les engrais à base d'urée.
- Plusieurs agriculteurs pratiquant le semis direct ou sur billons, s'entendent pour dire que l'engrais de départ devrait contenir environ 30 kg/hectare d'azote (27lb/acre). Aucune augmentation de rendements n'a été observée mais l'apparence de la culture en début de croissance est améliorée.
- Pour améliorer le placement des engrais, on ajoute généralement des coutres à l'équipement de fertilisation.
- Dans la culture sur billons, l'azote est inséré dans le billon (pas trop près des racines de maïs) ou dans l'entre-rang. On peut aussi incorporer l'azote liquide en le laissant s'écouler derrière les disques buteurs du cultivateur. Il est automatiquement enterré par les socs.

LE PHOSPHORE

- Appliquer le phosphore en bande lors des semis et selon les résultats d'analyses de sol.

LE POTASSIUM

- Fertiliser en bande avant les semis en respectant les doses préconisées par le rapport d'analyse, puis épandre le restant à la volée.
- Si le semoir n'est pas conçu pour appliquer des engrais de départ, fertiliser à la volée avant les semis. L'action des coûtres du semoirs en incorperont une certaine partie.

REMARQUE: Pour en connaître d'avantage sur les doses d'application, consultez la publication 296F du MAAO.

Les disques buteurs de ce cultivateur sont munis de tubes pour l'application d'azote liquide.

Changements suite à l'abandon du travail du sol

- **Toute fertilisation azotée doit être placée sous les résidus.**
- **Tout le phosphore et la plupart du potassium sont apportés en bandes.**
- **Le fumier liquide est injecté ou épandu à la surface et incorporé par la suite.**
- **L'épandage de fumier à l'automne ou tard en été nécessite des plantes couvre-sol pour imbiber les nitrates.**

Applicateur d'ammoniac anhydre muni de deux coutres différents. La chaîne soudée au couteau aide à refermer le sillon.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

Application de fumier entre les rangs d'une culture de maïs.

Injection

- **L'espacement des roues et la largeur des pneus de l'épandeur doit tenir comte de la largeur des rangs de maïs. Certaines compagnies offrent des modèles avec des roues espacées de 3 mètres (120 po).**

Application en surface et incorporation

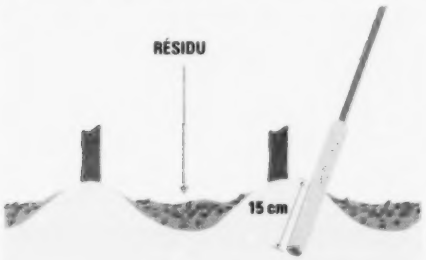
- **Le fumier liquide pourrait être appliqué en surface entre les rangs avec un épandeur muni d'une rampe spéciale.**
- **Un sarclage effectué avec un cultivateur de billons pourrait alors incorporer le fumier.**
- **En culture sur billons, le fumier pourrait être incorporé lors du premier sarclage.**

Remarques

- **Selon les analyses de sol et du fumier, une grande quantité de fumier pourrait être nécessaire pour combler les besoin de la culture.**
- **Les applications doivent se faire avant que la culture devienne trop grande.**

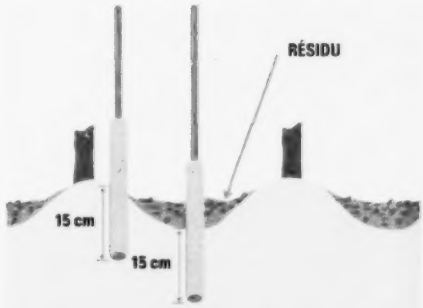
ANALYSE DE SOL

La manière d'échantillonner le sol des champs en semis direct est identique que celle des champs travaillés. On recommande cependant d'augmenter le nombres d'échantillons. Dans le cas des cultures sur billons, on peut prélever les échantillons de deux manières :



MÉTHODE 1

Insérer la sonde sur le côté du billon, à mi-chemin entre la crête et l'entre-rang, à 15cm (6 po) de profondeur.



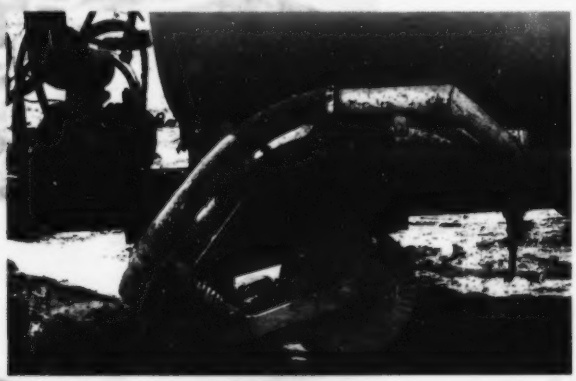
MÉTHODE 2

Jumeler les échantillons prélevés sur les billons avec ceux des entre-rangs.

Dans un cas comme dans l'autre, éviter d'échantillonner le sol provenant des bandes fertilisées.

CHANGEMENTS DU SOL – IMPLICATIONS POUR LA GESTION DES ENGRAIS

L'assimilation des éléments se trouve améliorée grâce à la combinaison des éléments suivants: des teneurs plus élevées en matières organiques, une meilleure structure du sol et une activité biologique du sol accrue. Ceci peut mener à une réduction de besoins en engrais.



Des coutres sont installés à l'avant des injecteurs pour couper les résidus.

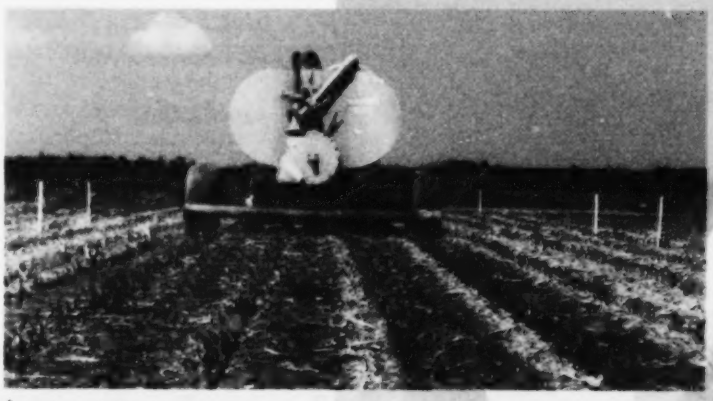
APPORTS DE FUMIER DANS LES CULTURES EN SEMIS DIRECT OU SUR BILLON

Le sol étant moins travaillé dans les systèmes de semis direct ou sur billons, il est donc plus difficile d'obtenir une bonne incorporation du fumier. Il peut alors y avoir perte d'azote par volatilisation et contamination des eaux de surface. Les recherches menées à ce jour sur l'apport de fumier en semis direct ou sur billons ne sont pas suffisantes pour déterminer les meilleures temps et méthodes d'épandage. Les pratiques suivantes sont les recommandations à l'heure actuelle :

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

Injection - La méthode d'épandage de fumier la plus appréciée est l'injection au moyen d'un boyau flexible ou d'une citerne munie de couteaux injecteurs. Dans le but de trancher les résidus, on installe des coutres ondulés ou à coupelles avec bords lisses à l'avant des couteux injecteurs. Dans la culture sur billons, il faut porter attention à l'espacement des roues et à leur largeur afin de ne pas écraser les billons. En raison de la circulation contrôlée dans la culture sur billons, les risques de compaction sont réduits. En semis direct, on peut espacer les socs de 76cm (30po.) et semer sur la terre ferme dans la bande entre deux.

Épandage à la surface et incorporation - Dans certains cas, le labour peut s'avérer nécessaire en dépit des autres options. Le fumier épandu à la surface est incorporé dans le sol en utilisant un léger pulvériseur à disques ou un cultivateur.



Épandage de fumier entre les rangs de maïs avant le sarclage.

LUTTE ANTIPARASITAIRE

Les insectes et maladies réduisent les aptitudes de croissance de la plante en raison de la concurrence qu'ils exercent. Il est important de régler sans délai les problèmes de parasites qui peuvent surgir. Les coûts d'herbicide peuvent s'avérer plus élevés durant la phase de transition. La lutte contre les insectes et maladies est de beaucoup simplifiée si un programme de prévention est mis en oeuvre.

LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES

La lutte contre les mauvaises herbes est un défi de taille mais certainement pas impossible. On vise une situation ideale où la levée des plantes se fait sans mauvaises herbes. Pour se faire, le désherbage chimique total est souvent celui qui donne les résultats escomptés. On entend par désherbage chimique total, l'emploi d'un herbicide non sélectif juste avant ou peu après les semis. On détruit les mauvaises herbes qui poussent après le désherbage total de la même façon qu'en système travail du sol, soit au moyen d'herbicides de pré-levée ou de post-levée.

La concurrence des mauvaises herbes annuelles va diminuer au bout de quelques années de lutte adéquate. Voici les propos d'agriculteurs expérimentés : "Durant les premières années, procédez à une lutte extensive et bien planifiée. Par la suite vous pourrez effectuez des retouches et réduire l'emploi des pesticides".

Modification de la vie parasitaire suite à l'abandon du travail du sol

- **Les espèces de mauvaises herbes annuelles seront remplacées par des annuelles d'hiver et des vivaces.**
- **Les vivaces ne seront pas dispersées par les outils aratoires.**
- **Les types d'insectes et de maladies changeront mais ne poseront pas plus de problème si bien géré.**

Un désherbage chimique total au moment propice suivi d'un traitement de pré-émergence assure une excellente répression des mauvaise herbes.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

Premier sarclage de maïs sur billons.

SEMIS DIRECT C. SEMIS SUR BILLONS – DIFFÉRENCES DES MÉTHODES DE DÉSHERBAGE

Sur billons

Dans la culture sur billon, on effectue les semis sur une bande de terre surélevée, année après année. Lors du semis, on nettoie les billons en enlevant les résidus et une mince couche de sol, ce qui entraîne avec eux les graines de mauvaises herbes dans les entre-rangs. Le semis sur billons se faisant souvent plus tôt dans l'année que le semis direct, les cultures ont fréquemment l'avantage sur les mauvaises herbes.

Traitements en bandes et sarclage des mauvaises herbes

À part du désherbage chimique total au printemps, tous les autres traitements herbicides peuvent être effectués en bande sur le billon. On élimine les mauvaises herbes dans les entre-rangs à deux reprises au moyen d'un cultivateur. La largeur moyenne des bandes est habituellement de 25cm (10 pouces), ce qui réduit l'emploi des herbicides d'environ 66%. Cette réduction se traduit par un meilleur environnement et les épargnes engendrées peuvent dépasser les frais de sarclage. Par contre, les coûts reliés à la main d'oeuvre, au carburant et à la machinerie augmentent durant la saison de croissance. Les résidus n'entravent pas l'efficacité des herbicides de pré-levée, car les billons sont nettoyés au moment des semis. On désherbe également les rangs au moyen de la houe rotative, afin de réduire l'utilisation des herbicides.

Le billonnage des plantes cultivées peut enterrer les mauvaises herbes qui auront échappé au traitement à l'intérieur des rangs. Cet effet est moins prononcé dans une culture de soya si le cultivateur est muni de protège-cultures. Une autre manière d'éliminer les mauvaises herbes survivantes est de combiner l'opération du billonnage-sarclage à un traitement herbicide en bande. Le traitement peut être global ou localisé.

Une fois que les agriculteurs se sentent à l'aise avec les pratiques du semis direct, ils peuvent traiter les mauvaises herbes par des applications en bande et le sarclage des entre-rangs.

Les mauvaises herbes en émergence sont maintenant maîtrisées par un désherbage chimique total.

CHANGEMENTS DES MÉTHODES DE DÉSHERBAGE

Arrêt de l'utilisation des herbicides incorporés - Normalement, cette classe d'herbicides n'est pas utilisée dans les systèmes de semis direct ou sur billons. Pour remplacer le désherbage hâtif occasionné par le labour, on a recours à un désherbage chimique total.

Changements de la concurrence des mauvaises herbes annuelles - Bien que le labour réussit à supprimer ou à détruire les mauvaises herbes annuelles, il ramène à la surface les graines en état de dormance. Lorsque le sol n'est plus dérangé, comme c'est le cas dans les systèmes de semis direct, les graines à la surface germent et le potentiel de croissance des mauvaises herbes en est ainsi réduit. Une bonne répression lors des premières années de semis direct ou sur billons permet de décroître la concurrence des mauvaises herbes annuelles.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

Changements de la concurrence des mauvaises herbes vivaces - Les plantes vivaces pénètrent plus profondément dans le sol que les autres mauvaises herbes. Elles se reproduisent généralement grâce à leurs parties végétatives souterraines qu'on appelle des rhizomes. En travaillant le sol, les parties souterraines sont sectionnées ce qui détruit la plante ou en ralentit la croissance. De plus, les outils aratoires transportent les sections de racines et de rhizomes dans les autres parties du champ, augmentant la superficie infestée pour l'année subséquente. L'abandon du labour retarde ou met fin à la propagation végétative des mauvaises herbes occasionnée par l'action des outils aratoires. Un traitement d'herbicide approprié est important. Il faut identifier les mauvaises herbes et les supprimer aux premiers stades de croissance. Durant la période transitoire qui dure de trois à cinq ans, les agriculteurs, en plus d'avoir à combattre les mauvaises herbes communes, devront faire face à de nouvelles espèces telles que le pissenlit, la carotte sauvage, la verge d'or ou la vergerette.

LUTTE CULTURALE CONTRE LES MAUVAISES HERBES

Sélection des variétés ou cultivars - Etant donné que les sols en semis direct ou sur billons ont tendance à demeurer un peu plus frais, il est conseillé de choisir des hybrides ou des variétés à croissance et vigueur hâtives. Ainsi, les plantes en culture pourront avantageusement concurrencer les mauvaises herbes.

Les semis - La lutte contre les mauvaises herbes est plus facile si les semis sont effectués au bon moment. Un semis trop hâtifs en sol froid peut affaiblir les levées tandis que des semis tardifs réduisent la saison de croissance. Dans un cas comme dans l'autre, les plantes ont de la difficulté à concurrencer les mauvaises herbes.

Plantes couvre-sol - D'autres travaux d'études sont nécessaires afin de trouver un nombre plus grand d'espèces adaptées aux conditions de l'Ontario.

Les plantes couvre-sol peuvent lutter contre les mauvaises herbes de plusiers façons :

- Elles concurrencent les mauvaises herbes tard dans la saison, réduisant leur nombre et la production de graines.
- Elles augmentent la quantité de résidus, entravant la germination et la croissance hâtive de plusieurs mauvaises herbes annuelles.

Mise en garde. Quelques plantes couvre-sol peuvent devenir, elles-mêmes, un problème de mauvaises herbes. Il faut alors les gérer de façon particulière afin de les empêcher de nuire à la culture subséquente.

- Dans un premier temps, ne pas utiliser de plantes de couvre-sol jusqu'à une meilleure connaissance du système de culture.
- S'adresser à un conseiller pour connaître les espèces les plus propices à la région et au type de cultures.

Une culture couvre-sol d'avoine détruite par l'hiver.

Les mauvaises herbes vivaces telles que le chiendent restent circonscrites et sont plus faciles à détruire.

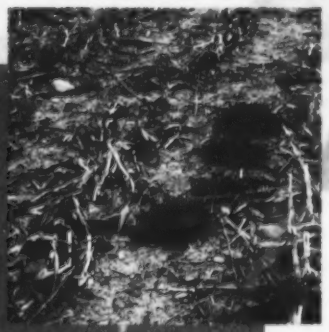
Planification

- **Identifier les problèmes de mauvaises herbes dès l'automne et traiter les vivaces nuisibles.**
- **Effectuer un désherbage chimique total à l'automne pour détruire toute couverture végétale, cultures couvre-sol et intercalaires.**
- **Effectuer un désherbage chimique total au printemps pour détruire les mauvaises herbes qui lèvent et celles ayant survécu au traitement antérieur (vivaces, couverture végétale, cultures intercalaires et couvre-sol).**
- **Effectuer un désherbage de printemps en pré-levée.**
- **Effectuer un désherbage de printemps en post-levée (chimique ou mécanique).**

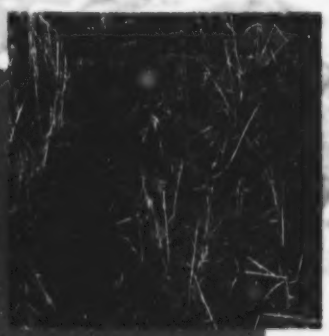
REMARQUE: Les traitements mentionnés ci dessus ne seront peut être pas tous nécessaires. Dans la plupart des cas, on utilisera une combinaison de ceux ci.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

Chiendent détruit avant le semis.



Une fois implantés, les pissenlit sont difficiles à détruire.



Luzerne détruite à l'automne.

LUTTE CHIMIQUE CONTRE LES MAUVAISES HERBES

Traitements de fin d'été et d'automne

On préfère les traitements d'automne pour les raisons suivantes :

- En plus du traitement, le stress causé par l'hiver améliore la destruction des mauvaises herbes.
- Le glyphosate, dicamba et 2,4-D appliqués au printemps prennent du temps à faire effet et peuvent retarder les semis.
- Les traitements de printemps peuvent s'avérer peu efficaces en présence de mauvaises herbes vivaces à feuilles larges comme le chardon et l'asclépiade.
- La levée de mauvaises herbes au printemps peut réduire les réserves d'humidité nécessaires à la culture subséquente.
- Les traitements herbicides d'automne diminuent les effets résiduels sur la culture subséquente. Citons à titre d'exemple, les effets du dicamba sur une culture de soya.

Généralement, un traitement d'automne donne de bons résultats contre la luzerne et le pissenlit. Des herbicides comme le dicamba ou le 2,4-D sont plus efficaces contre d'autres légumineuses et mauvaises herbes à feuilles larges. On peut tolérer un petit nombre de légumineuses si de bonnes mesures de luttes sont prévues pour la culture subséquente.

Vivaces à feuilles larges persistantes - Des exemples de cette catégorie de mauvaises herbes sont : chardon des champs, liseron des champs, laiteron des champs, asclépiade, apocyn, coqueret, morelle et carotte sauvage. A l'automne, le cheminement des sucres des plantes vivaces se fait des parties aériennes vers les racines, leur assurant ainsi des réserves pour passer l'hiver et reprendre la croissance au printemps prochain. Il est conseillé de traiter avec des herbicides comme le glyphosate, dicamba et 2,4-D, dont l'absorption se fait au niveau des feuilles et qui se déplacent vers les racines. Dans le cas où les mauvaises herbes ont été coupés lors de la récolte il est conseillé de leur laisser suffisamment de temps pour repousser avant de procéder au traitement.

Annuelles d'hiver et vivaces à feuilles larges en germination - Cette catégorie inclue les plantules de vivaces à feuilles larges et les annuelles d'hiver comme le céraiste, la bourse à pasteur et la caméline. On peut utiliser les herbicides mentionnés dans le paragraphe précédent au stade de plantules en croissance active.

Pissenlit - Le pissenlit est très difficile à détruire lorsqu'on néglige les traitements. Il est préférable de les traiter lorsqu'ils sont petits.

Graminées vivaces : chiendent, brome, fléole et dactyle - La croissance des graminées vivaces ne s'arrête que tard à l'automne et reprend tôt le printemps suivant. Le traitement peut se faire soit à l'automne ou soit au printemps.

Couvert végétal et plantes couvre-sol - Lorsqu'il s'agit de vieux pâturages établis, de mélanges graminées-légumineuses, de la luzerne ou du trèfle et que l'on prévoit un changement de culture pour l'année suivante, il est conseillé de procéder au traitement à l'automne.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

Désherbage chimique total lors des semis

Le traitement avec des herbicides non sélectifs remplace le travail du sol. Les plantes cultivées sont moins aptes à concurrencer les mauvaises herbes en début de croissance. En conséquence, il est important d'effectuer les traitements aux bons moments, c'est-a-dire peu avant ou après les semis. Il faut traiter les vivaces, les annuelles d'hiver et les plantes couvre-sol une à deux semaines avant la levée des plantes cultivées. Lorsque le traitement se fait après les semis, il est conseillé d'attendre deux à trois jours pour permettre aux mauvaises herbes de passer à travers les résidus. D'autre part, il est impossible d'utiliser des herbicides non sélectifs comme le glyphosate ou le paraquat une fois la culture levée.

Lutte contre les mauvaises herbes suite au désherbage chimique total

Après le désherbage chimique total et les semis, les moyens de lutte ressemblent à ceux utilisés dans les systèmes de culture conventionnels. Pour de plus amples renseignements sur les traitements herbicides et les doses d'emploi, consultez la publication 75F du MAAO intitulée "Guide de lutte contre les mauvaises herbes" ou référez-vous aux indications du fabricant.

LUTTE CONTRE LES MALADIES

La principale maladie ayant une importance dans les systèmes de semis direct ou sur billons est la fusariose de l'épi. Toutefois, la cause ne doit pas être attribuée aux systèmes en question, mais plutôt aux conditions climatiques. Des périodes de temps frais et humide stimulent le développement des maladies. Et des résidus abondants peuvent également contribuer à accroître le problème. En guise de prévention, suivre les pratiques suivantes :

Rotation - La rotation des cultures permet de nuire aux maladies. Une plante ensemencée dans les résidus de la même espèce est plus sensible à la maladie. Il est donc conseillé de cultiver en alternant les familles de graminées et de légumineuses. Si deux espèces de la même famille se succèdent, cultiver la plus fragile en premier lieu. Par exemple, le blé est plus problématique que le maïs, donc il est préférable de cultiver le maïs en second lieu.

Sélection des variétés et traitement des semences - Choisir des variétés résistantes et s'assurer de traiter les semences.

Déblayage des résidus - Ajouter des coutres additionnels ou des déblayeurs de rang afin de former une bande de semis propre et exempte de résidus.

LUTTE CONTRE LES INSECTES

En plus des mesures de lutte contre les maladies, prendre note des points suivants :

- Hacher les résidus de maïs lorsque celui-ci est cultivé en monoculture afin de réduire les populations de pyrales de maïs.
- Durant les temps chauds et secs, le soya en semis direct peut être la proie de tétranyques, si le précédent cultural était du blé avec couvert de trèfle.
- Au printemps les résidus abondants et les annuelles d'hiver attirent les vers gris. Demeurer vigilant si les conditions sont favorables à la reproduction (temps chaud et calme, nuits claires à la suite d'orages du sud-ouest).
- Les limaces sont également un problème en présence de résidus abondants. Des conditions atmosphérique froides et humides peuvent accentuer le problème. Déblayer les rangs ou détruire toute végétation avant les semis.

Les résidus furent écartés du rang pour diminuer les problèmes d'insectes et de limaces.

Changements au niveau de la gestion suite à l'abandon du travail du sol

- **Les herbicides incorporés en pré-semis ne sont plus appropriés.**
- **Les traitements herbicides en bandes et le sarclage entre les rangs fonctionnent avec la culture sur billons et peuvent être utilisés en semis direct.**
- **Un désherbage chimique total est souvent utilisé pour détruire les mauvaises herbes avant la levée des plantes.**
- **Tuer toute culture fourragère, intercalaires et plantes couvre-sol avant d'ensemencer le champ.**
- **Pour prévenir des problèmes de fusariose, ne pas semer de blé dans des résidus de maïs.**
- **Déblayer les résidus des rangs afin de réduire les problèmes de limaces.**

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

Changements à l'équipement suite à l'abandon du travail du sol

- **Ajout de coutres et/ou de décapeurs au planteur.**
- **Utilisation d'un semoir spécialisé pour semis direct ou ajout de coutres à l'avant du semoir traditionnel.**
- **Les semoirs et les planteurs doivent permettre un bon écoulement des résidus.**

MACHINERIE

ACHETER DU NEUF C. MODIFIER L'ANCIEN SEMOIR OU PLANTEUR

Il y a trois façons de décrire l'équipement disponible pour le semis direct ou sur billons : d'abord, il existe des semoirs et planteurs spécialement conçus pour ces types de culture; la modification des équipements de semis traditionnels est une autre possibilité; et enfin, on peut acheter des outils intégrables aux semoirs et planteurs traditionnelles.

La modification de l'équipement en main est sans doute le moyen le plus économique, bien qu'il exige beaucoup de travail. En effet, des travaux de soudure peuvent être nécessaires pour agrandir leur bâti. Avant de s'embarquer dans une telle aventure, il est préférable d'en discuter avec quelqu'un ayant déjà expérimenté la culture sur billons ou le semis direct.

Décapeurs de billons attachés à l'avant d'un planteur traditionnel.

ÉQUIPEMENTS POUR SEMIS DIRECT

L'évaluation du semoir ou du planteur

Hachage des résidus - Toutes les machines doivent être munies de coutres tranchants et/ou d'ouvre-sillon à disques déportés afin de trancher les résidus.

Choix des coutres - Chaque coutre diffère au niveau du fonctionnement et de l'utilisation. Tous pénètrent et travaillent le sol, mais la profondeur de travail et la demande en puissance varient selon le type utilisé. Le tableau suivant donne plus de détails à leur sujet.

Semoir muni d'une barre porteuse de coutres pour le semis direct.

Des coutres et des déblayeurs de rang furent ajoutés à ce planteur.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

CHOIX DES COUTRES

COUTRE		REMARQUES
ONDULÉ/ DE CHARUE		• Exige relativement peu de pression pour pénétrer le sol. • Tranche les résidus. • Travaille des bandes étroites de sol.
À COUPELLES		• Ceux à bord lisse découpent efficacement le sol. • Les coupelles peuvent rendre la pénétration plus difficile dans les sols durs. • Les coupelles sur le côté des coutres offrent un travail du sol plus important que les coutres ondulés. • Peut compacter la muraille du sillon lorsque utilisé en conditions humides.
GAUFRÉS/À CANNELURES		• Les lames gaufrées rendent la pénétration plus difficile. • En soulevant et en brisant le sol, ce coutre travaille sur une zone plus large. • Peut projeter le sol hors de la ligne de semis, en conditions humides.

Pénétration et travail du sol - Les coutres et ouvre-sillon doivent pénétrer le sol afin de créer une étroite bande de semis selon les besoins en profondeur et en largeur.

Réglage des coutres - Les conditions de sol dans un même champ peuvent varier, c'est pourquoi, il faut que le réglage de la profondeur des coutres soit facile d'exécution. A cette fin, on conseille des coutres montés sur un bâti hydraulique.

Poids/solidité - Le poids nécessaire pour assurer le bon fonctionnement des coutres est d'environ 182kg par 30cm (400lb par pied) de semoir. La solidité du bâti est importante afin de supporter cette charge.

Écoulement des résidus - Régler l'équipement de sorte que les résidus s'écoulent entre les ouvre-sillon, les coutres et les roues plombeuses.

Les coutres sont déportés afin de permettre un meilleur écoulement des résidus.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

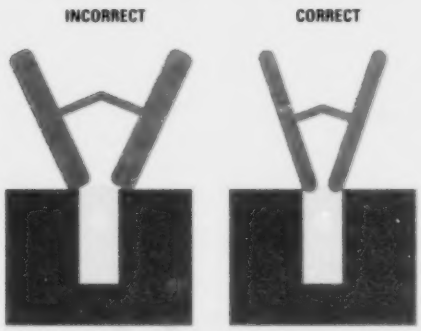
Dégagement et incorporation des résidus dans un système à trois coutres.

Enlèvement des résidus - La culture du maïs en semis direct nécessite une bande dénudée de 15 à 20-cm (6 à 8 po.). Afin d'incorporer les résidus ou de les déplacer, ajouter au moins deux coutres de type agressif. Les ouvre-sillon ou éléments déblayeurs sont formée de disques rotatifs pour dégager les débris végétaux du rang.

Système d'entraînement - Réduire le glissement des roues d'entraînement en augmentant la pression exercée au sol, en y ajoutant du liquide, en utilisant un pneu avec plus de traction ou en ajoutant des pesées au planteur. Pour réduire le glissement des coutres, accroître la pression de exercée au sol ou changer le coutre par un type gaufrés.

Protecteurs de chaîne - Les résidus de maïs peuvent déplacer les chaînes d'entraînement pendant les semis. Pour prévenir cet ennui, utiliser des protecteurs de chaînes.

Roues plombeuses - Les roues plombeuses raffermissent le lit de semence laissé quelque peu friable par les coutres des semoirs à semis direct. Le choix du type de roues plombeuses dépend de la largeur de la bande de semis travaillée.



Choix de roues plombeuses.

Semis dans les tournières - Il est difficile d'exécuter un semis dans les virages serrés en raison de la distance entre le coutre avant et l'ouvre-sillon arrière. On peut alors utiliser des coutres à montage pivotant.

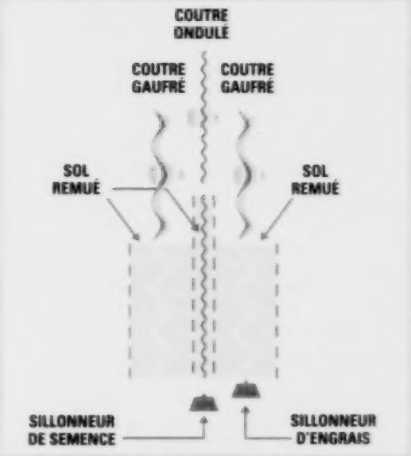
Traceurs - Dans certaines conditions du sol, les traceurs classiques peuvent avoir de la difficulté à pénétrer la terre. Pour contrer cette situation, ajouter des pesées sur le bras du traceur ou utiliser un disque traceur avec un moyeu à poids ou un disque crénelé.

Herses - On peut améliorer le recouvrement et l'émergence des semences en intégrant des outils de hersage au semoir.

Semoir de semis direct muni d'une herse pour améliorer le recouvrement des semis.

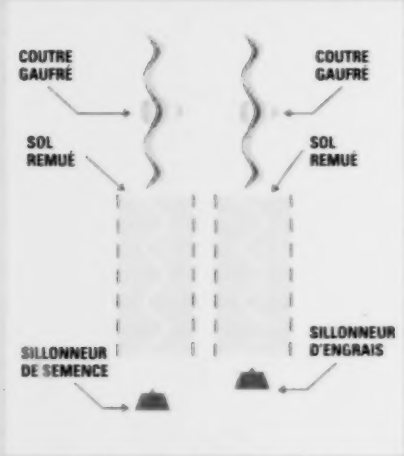
SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

TROIS CONCEPTS POUR LA SELECTION ET L'INSTALLATION DES COUTRES DU PLANTEUR



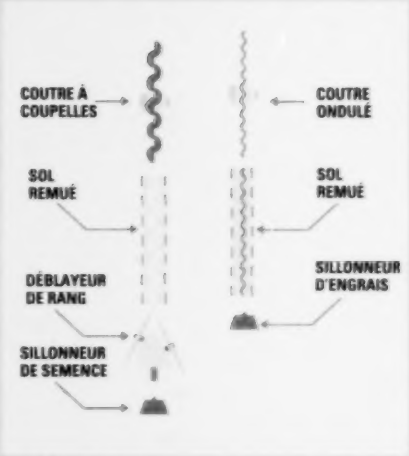
SYSTÈME À TROIS COUTRES

Les deux coutres extérieurs se trouvent à au moins 5cm (2po.) de la ligne de semis. Chaque coutre peut être suivi d'un patin ou d'un couteau à engrais. Le coutre central travaille le sol à l'avant de l'ouvre-sillon, débarrassant celui-ci des débris et assurant le placement de la semence à la profondeur désirée.



SYSTÈME À DEUX COUTRES

Les deux coutres utilisés dans ce système sont plus rapprochés l'un de l'autre créant ainsi une bande de semis plus étroite. Les résidus passent plus librement à l'intérieur des coutres s'ils sont munis de bras gauche et droit.



SYSTÈME À COUTRES ET DÉBLAYEURS DE RANGS

Généralement, ce système comprend deux coutres. Dans le cas où l'élément à engrais réussit à pénétrer le sol non travaillé, le système peut se contenter d'un seul coutre. La bande de semis est très étroite et les coutres employés sont de type ondulé ou à coupelles. Des déblayeurs de rang sont attachés aux unités de semis.

Réglage de l'équipement

La culture en semis direct nécessite des réglages supplémentaires dont :

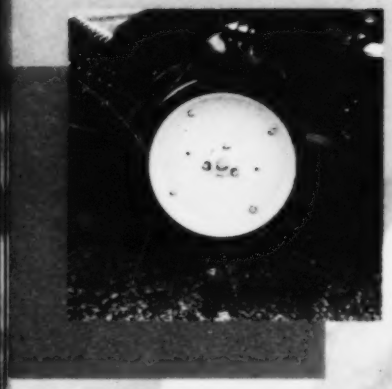
L'alignement des coutres - Les coutres qui tranchent les résidus doivent être alignés vis-à-vis la ligne de semis ou les ouvre-sillon à engrais.

Réglage de l'aplomb - Régler en premier lieu le planteur. Cela assurera le contrôle de la profondeur des coutres et des éléments semeurs.

Conditions du sol - N'ensemencer que lorsque le champ est suffisamment sec pour permettre aux coutres de fracturer le sol sans le jeter hors du rang.

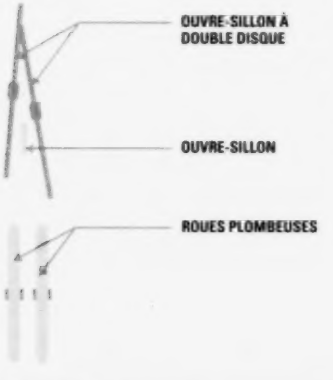
Pour obtenir de bons résultats avec les outils à coutres, il faut exécuter le travail avec une bonne vitesse d'avancement. Une vitesse élevée projette plus de résidus hors de la bande de semis. Toutefois, lorsque la vitesse est trop élevée, le sol va également être projeté hors du rang. À chaque coutre qu'on ajoute, il faut augmenter la puissance requise pour effectuer le travail. S'assurer d'harmoniser l'équipement à coutres avec le type de sol et les tracteurs disponibles.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS



En sols variables, les roues de soutien empêchent un placement trop profond des semences.

Ouvre-sillon à disque simple.



Ouvre-sillon à double sillon.

Réglage de la profondeur des coutres - Régler de façon à ce que les éléments semeurs puissent créer un bon lit de semence, c'est-à-dire environ 1cm (0,5po.) plus bas que l'emplacement de la semence ou des engrais. Dans des conditions variables, il est conseillé d'installer les coutres sur un bâti à commande hydraulique.

Tension des ressorts - Ne pas trop tendre. Les pierres demeurent fixe dans un sol non travaillés et les coutres doivent les franchir à l'aide de ce mécanisme à ressort.

Placement de l'engrais de départ - Placer l'engrais à une distance adéquate des semences; trop proche risque de les endommager, tandis que trop loin elles n'y auront pas accès assez tôt.

Roues plombeuses - Réglér de façon à retasser le sol autour des semences sans toutefois compacter la terre directement au-dessus.

Enlèvement des résidus - Pour créer un lit de semence dénudé, déplacer une plus grande quantité de résidus en abaissant les déblayeurs de rang (ne pas former une tranchée), ou encore, déblayer les débris hors des rangs en augmentant la vitesse d'avancement.

Semoirs

On utilise un semoir pour le semis direct de la plupart des cultures à l'exception de celles à grosses semences comme le maïs et le haricot de grande culture. Les modèles varient du semoir classique au semoir conçu spécifiquement pour le semis direct. Certains modèles travailleront mieux que d'autres dans une situation donnée. L'important est de trouver celui qui convient à ses besoins.

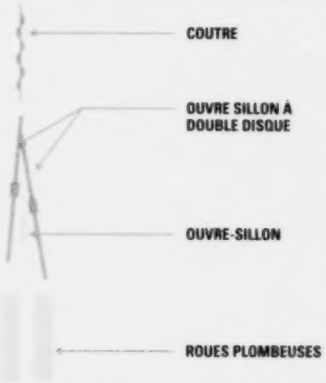
Bon nombre de caractéristiques sont communes aux semoirs pour semis direct, tandis que d'autres ont spécifiquement été conçues pour améliorer les performances de la machine. Voici trois configurations de semoir conçues pour faciliter le placement des semences et des engrais:

Ouvre-sillon à disque simple - Composé d'un seul coutre droit, cet ouvre-sillon travaille à faible angle, crée une bande de semis étroite et ouvre le sillon pour recevoir les semences. La semence est enfouie à l'aide du sabot situé directement sur le côté et à l'arrière du moyeu du coutre. Certains semoirs sont munis d'une roue de soutien pour assurer une profondeur de semis uniforme. Une roue de tassement étroite de 2,5cm (1po.) de largeur retasse le sol autour de la semence.

Ouvre-sillon à double disque - L'ouvre-sillon est formé de deux coutres tranchants, dont l'un précède l'autre et sert de guide. En décalant les deux coutres l'un de l'autre, la bande de semis travaillée est plus étroite, facilitant la pénétration et la coupe des résidus. En général, les coutres sont plats avec des bords lisses ou dentés. Les semences sont acheminées jusqu'au sillon par un tube de descente situé à l'arrière et entre les disques. Il existe une gamme de roues plombeuses qu'on peut utiliser en fonction de la largeur et de l'étendue de la zone travaillée (des roues typiques simples mesurent 5cm (2po) par 33cm (13po) et les doubles enV, 2,5cm (1po) par 30cm (12po).

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

Ouvre-sillon à disque et coutre de travail - Le coutre de travail sert de guide à l'ouvre-sillon et crée une bande de semis étroite prête à recevoir les semences et engrais. À mesure que la distance entre le coutre et l'ouvre-sillon augmente (comme dans le cas de coutres montés sur une barre porte-outils suivi d'un semoir), il faut accroître l'intensité du travail en augmentant la largeur du coutre. On assure ainsi un alignement adéquat des coutres et ouvre-sillon. Habituellement, les ouvre-sillon sont des unités standard, mais peuvent également être constitués d'unités à double disque déportés. Le choix des roues plombeuses se fait en fonction de la zone de travail; plus la bande est large, plus les roues le sont.



Ouvre-sillon à double disque avec coutre.

ÉQUIPEMENT POUR LA CULTURE SUR BILLONS

Plusieurs des principes énoncés dans la partie précédente s'appliquent également à la culture sur billons. Un planteur de billons bien réglé devrait permettre les opérations suivantes :

- Déblayer les résidus sur la crête du billon.
- Enlever une mince couche de sol et de résidus de surface.
- Déposer la semence dans une bande de semis propre et humide.
- Placer les engrais et épandre des herbicides à la volée ou en bandes.

Choisir l'équipement de semis

Il existe deux configurations de planteur :

Le planteur spécialisé pour billons - est munie de sabots de semis, de socs de décapage, de roues de tassement et de disques d'enterrage.

Des décapeurs de billons - peuvent être installés sur la barre porte-outil d'un planteur traditionnel. Dans certains cas, il peut être nécessaire d'ajouter une seconde barre afin d'installer les unités de décapage. Cette installation est assez simple, car très peu de modifications sont requises. En sols humides, les agriculteurs ont le choix d'installer les unités de décapage sur une barre porte-outil indépendante du planteur et de nettoyer les billons avant de procéder aux semis. Les crêtes des billons peuvent ainsi profiter de quelques heures de ressuyage sans résidus à la surface. Toutefois, il faut éviter un ressuyage excessif, particulièrement en sols argileux.

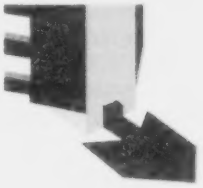
Coup d'oeil sur les planteurs

Les planteurs spécialisés pour billons sont munis de décapeurs et de stabilisateurs. Le travail des décapeurs consiste à enlever les résidus avec une mince couche de sol de la crête du billon. Quant aux stabilisateurs, ils maintiennent le planteur sur le billon.

Unité de décapage du type "disque horizontal".

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

Décapeurs de billons - La plupart de ces décapeurs sont munis de coutres combinés à un régulateur de profondeur, ce qui favorise un travail uniforme. Le coutre, situé à l'avant du soc, coupe les résidus et tranche le sol environ 4cm (1,5po.) plus creux que la position du soc, permettant une meilleure pénétration des sillonneurs et un maintient plus stable du planteur sur le billon. N'enlever que la quantité de sol nécessaire pour créer une bande de semis propre.

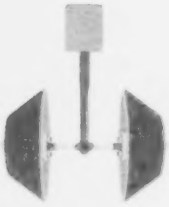
DÉCAPEURS DE BILLONS		REMARQUES
LES SOCS		• Enlèvent tout au plus 2,5cm (1") de sol. • Nettoient la crête du billon pour former une bande unie de 25 à 36cm (10 à 14") de largeur.
LES DISQUES HORIZONTAUX		• Un disque de 36cm (14") repousse les résidus avec un peu de sol à l'extérieur du billon, en tournant dans un sens ou dans l'autre. • Nettoient une bande unie de 25 à 36cm (10 à 14") de largeur. • Des déflecteurs dirigent les résidus dans les entre-rangs.
LES DISQUES VERTICAUX		• Les disques verticaux sont déportés. • Nettoient une bande de terre d'environ 20 à 30cm (8 à 12") de largeur. • Un soc ou un déflecteur est souvent installé à l'arrière des disques pour aider au déblayage et au nivellement du sol. • Le nouveau déblayeur à dents d'acier est en cours d'expérimentation pour le déblayage des billons.

REMARQUE: La largeur de décapage dépendra de la quantité de sol enlevée du billon.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

Stabilisateurs de billons - Il est très important de maintenir le planteur au dessus du billon. En cas de dérapage, les racines des plantes peuvent être endommagées lors du sarclage. Pour contrôler l'alignement, il est possible de convertir un planteur tiré en un planteur avec attelage aux trois points. Des systèmes de direction automatique peuvent aussi maintenir le planteur aligné sur le billon.

Un bon alignement permet de rester sur le dessus du billon.

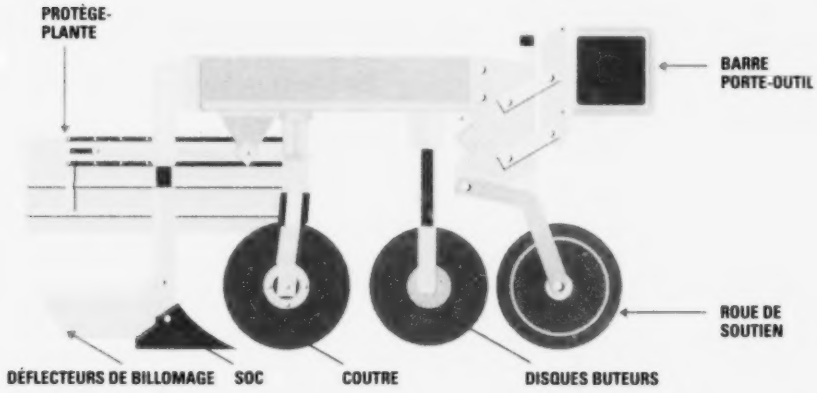
STABILISATEURS DE BILLON		REMARQUES
ROUES CONIQUES		• Diamètre approximatif de 40cm (15"). • Installer à l'avant du planteur. • La forme conique maintient la roue dans l'entre-rang. • Une paire de roues est installée à chaque extrémité du planteur.
GRANDES ROUES EN "V"		• Diamètre approximatif de 40cm (15"). • Installer à l'avant du planteur. • Les roues sont placées à cheval sur le billon. • Une paire de roues est installée à chaque extrémité du planteur.
PETITES ROUES EN "V"		• Diamètre approximatif de 15cm (6"). • Installé à l'avant de certains modèles de décapeurs de billons. • Assurent le réglage de la profondeur aux unités de décapage. • Les roues sont placées à cheval sur le billon. • Chaque rang a une paire de roues..

Le planteur sera plus facilement gardé au dessus du billon grâce à un alignement adéquat des coutres, des ouvre-sillon et des roues plombeuses.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

Cultivateurs de billons

Les cultivateurs de billons sont conçus pour pénétrer la terre non travaillée et remodeler les billons dans des conditions de résidus abondants. Les agriculteurs qui s'intéressent à la culture sur billons ne devraient pas utiliser les cultivateurs traditionnels. Les cultivateurs de billons sont adaptés aux travaux de buttage et de sarclage des entre-rangs. On peut également s'en servir pour les traitements herbicides en bande, la fertilisation azotée du maïs et l'ensemencement de plantes couvre-sol lors du dernier passage.



Pièces d'un cultivateur.

Soc et disques buteurs d'un cultivateur de billons.

Les pièces d'importance du cultivateur sont les suivantes :

Barre porte-outil - De fabrication solide, la barre porte-outil renferme généralement du béton ou d'autres matériaux pouvant l'appesantir pour une meilleure pénétration.

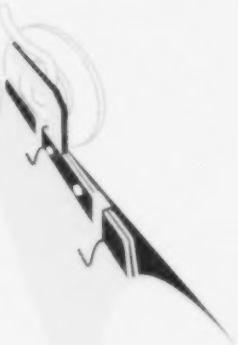
Coutres - Les coutres sont situés à l'avant des socs et circulent dans les entre-rangs tout en tranchant les résidus. Les lames ont un bord lisse et un diamètre d'au moins 46cm (18po.). La profondeur de travail est contrôlée par un collet d'acier ou une roue de soutien.

Socs - Les socs ameublissent le sol entre les rangs et détruisent les plantules de mauvaises herbes. Des socs de 36 ou 53cm (14 ou 21po.) sont utilisés dans les cultures avec un espacement de 76cm (30po.). Pour le premier passage, on se sert du soc plus large, tandis que le plus étroit est utilisé lors du second passage afin de minimiser des risques de dommages aux racines. Lors du second sarclage, on ajoute des déflecteurs à l'arrière des socs dans le but de ramener le sol sur le billon. Il existe des étançons à ressorts qui permettent aux socs de franchir les pierres.

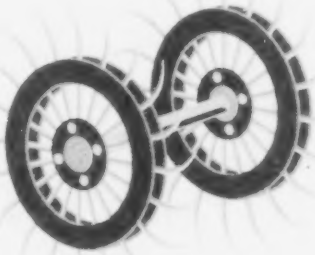
Disques buteurs - Lors du premier passage, les disques buteurs déplacent le sol du rang. Ils doivent être situés le plus près possible des rangs, chevauchant légèrement la bande d'herbicide, sans toutefois endommager les racines de la culture.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

Protège-plante - Les protège-plante ou protecteurs de rang préviennent le sol de retomber sur les jeunes plantes et de les étouffer lors du premier sarclage. Les protecteurs à disques éliminent les mauvaises herbes près du rang tout en empêchant les mottes de terre d'entrer en contact avec la culture. On peut



Protecteur encapuchonné.



Protecteur à disque.

aussi protéger les plantes de plus grande taille avec des protecteurs dont la partie supérieure est ouverte, convenant à toutes les cultures. Il existe également des protecteurs encapuchonnés.

Autres accessoires pouvant s'intégrer au cultivateur :

Dispositif d'épandage d'engrais - Il peut s'agir de couteaux pour l'injection d'ammoniac anhydre ou de tubes d'écoulement pour un mélange d'urée et nitrate d'ammonium. (UAN)

Buses pour traitement en bande - Utilisées lors du premier ou second passage pour le traitement localisé en post-levée afin d'éliminer les mauvaises herbes ayant survécu aux herbicides.

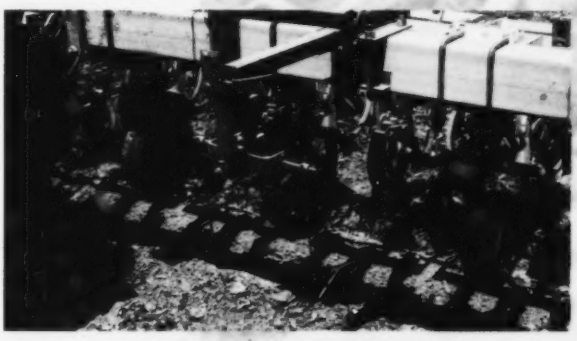
Roues porteuses d'appoint - Installées cultivateur, elles permettent l'utilisation d'un tracteur moins puissant.

Systèmes de direction - Systèmes employés dans le but de garder le cultivateur dans le rang. Il peut s'agir d'une tige sensorielle qui, au contact avec la culture, ordonne au système de direction à commande hydraulique de régler l'alignement du cultivateur.

Barre de tire pour réservoir - On peut ajouter une barre de tire au cultivateur dans le but de tirer un réservoir d'engrais liquides ou gazeux.

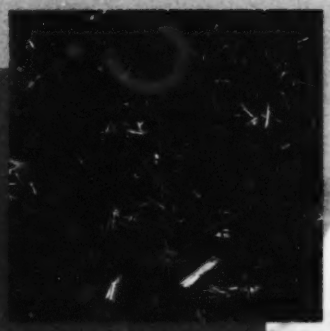
Les buses pour traitement en bande permettent un arrosage localisé sur le rang.

Roues porteuses d'appoint sur l'arrière d'un cultivateur.



Tiges sensorielles d'un système de guidage automatique.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS



Un champ de soya après le premier sarclage.

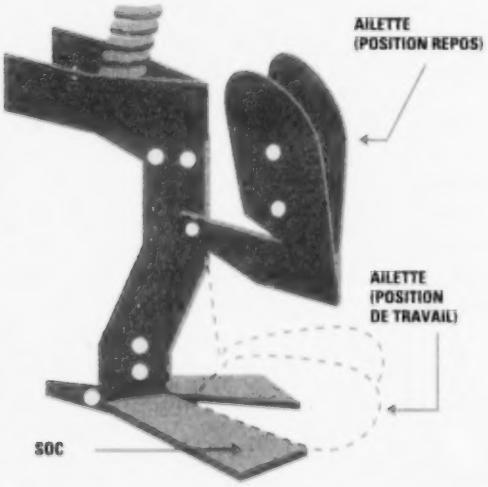
Fonctionnement du cultivateur

On procède au sarclage entre les rangs dès que la culture a levé et que les mauvaises herbes sont au stade de plantules. De plus, ce premier passage procure de la terre friable pour le billonnage. Réglés à une profondeur de 5cm (2po.), les socs vont ameublir le sol tout en arrachant les mauvaises herbes. Si les mauvaises herbes persistent, procéder à un second sarclage. En général, la vitesse d'avancement des cultivateurs est de 8 à 11kilomètres à l'heure (5 à 7miles à l'heure).

Le billonnage est fait peu après le sarclage et avant que les plantes ne soient trop hautes. On descend les ailettes de billonnage en position de travail, juste à l'arrière des socs, et leur rôle consiste à pousser la terre vers les rangs en culture. Les rangs de maïs sont billonnés lorsque qu'il atteint une hauteur de 46 à 92cm (18 à 36po.), et ceux de soya, à une hauteur de 46cm (18po.). Le billon recherché a une forme arrondie avec une crête aplati. La hauteur du billon est 15 cm (6 po.) dans le cas du maïs et de 10 cm (4po.) dans celui du soya. Il est plus difficile de maintenir le semoir en bonne position sur des billons formés en pointe.

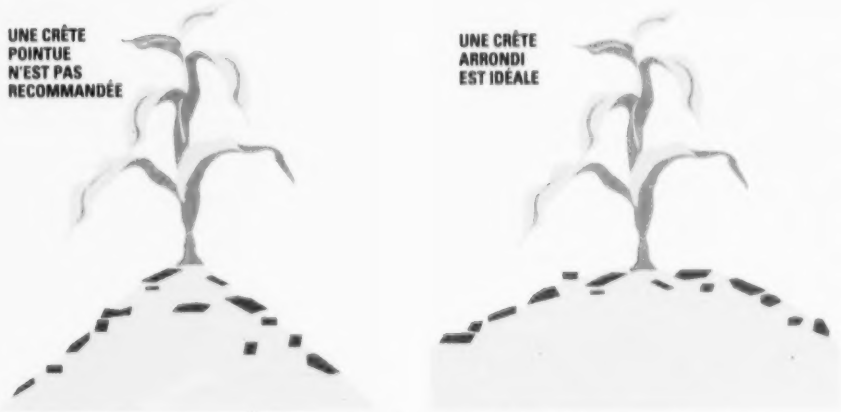
Afin d'améliorer la fracture du sol et de minimiser le compactage et l'enlisement, procéder au sarclage lorsque le sol est de sec à humide. Ces conditions favorisent également la destruction des mauvaises herbes. Pour réduire la formation de grosses mottes en sol argileux, souder une tige de métal aux socs ou y ajouter des pointes de travail profond. La formation de grosses mottes ne semblent pas être un problème avec les cultivateurs munis de pointes droites et d'ailettes.

Une pointe de travail profond améliore la pénétration des socs.



Lors du premier sarclage les ailettes ne sont pas utilisées. Elles sont placée en position de travail pour reformer le billon lors du deuxième sarclage.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS



Afin de faciliter les semis, il est recommandé de former des billons à crête arrondie.

Les sols argileux secs et durs peuvent rendre la pénétration difficile. Pour faciliter le travail, il est conseillé de pointer les socs vers le bas lors de l'abaissement du cultivateur. On peut régler l'inclinaison des socs et la profondeur de travail à l'aide d'un cylindre hydraulique installé au bras supérieur de l'attelage trois points. Les pointes de travaille profond peuvent aussi améliorer la pénétration et de plus, elles réduisent l'usure des socs.

Modifications de la moissonneuse-batteuse

On peut modifier l'espacement des roues de la moissonneuse-batteuse en fonction des rangs, tout particulièrement pour la culture sur billons. Bien que des écarteurs sont disponibles sur le marché, les agriculteurs peuvent également les concevoir eux-mêmes et les faire usiner de façon adéquate. Dans ce cas, il est recommandé à l'agriculture de s'assurer que le design soit adéquat.

L'adoption d'un nouveau système de culture peut être déroutant. Assurez-vous d'avoir une idée du système que vous projetez de mettre en oeuvre. Discutez-en avec des agriculteurs qui ont au moins cinq années d'expérience avec les cultures en semis direct ou sur billons.

Il est possible de faire une combinaison des meilleures pratiques de chaque système afin de répondre aux besoins d'une situation particulière. Citons à titre d'exemple, la culture du maïs en semis direct et le sarclage entre les rangs. Les agriculteurs pratiquant la fertilisation azotée en applications séparées trouvent ce système utile puisqu'ils font un passage additionnel de toute façon. Les éleveurs de boeufs et de vaches laitières trouvent bien des avantages aux associations de techniques agricoles.

L'ajout d'écarteurs à la moissonneuse-batteuse permet la circulation dans l'entre-rang.

Avantages de chaque système

Semis direct

- **Est facile à expérimenter.**
- **Exige d'acheter moins d'équipement.**
- **Permet d'inclure les plantes fourragères dans le programme de rotation.**
- **Requiert moins de main-d'oeuvre. Ne nécessite pas le sarclage des rangs.**

Semis sur billons

- **Convient mieux aux terres mal drainées que le semis direct.**
- **Peut avancer la date de semis en raison d'un réchauffement du sol plus précoce.**
- **Élimine la circulation et le compactage du sol sur le billon.**
- **Permet d'enterrer le fumier lors du sarclage et de limiter les zones de circulation à l'entre-rang.**
- **Permet l'épandage en bande d'herbicide, qui réduit les coûts.**

POINTS À CONSIDÉRER

SEMIS DIRECT	CHOIX DU CHAMP	Les sols à texture grossière sont plus propices. Un bon drainage, qu'il soit naturel ou à l'aide de drains, va compenser pour les problèmes potentiels de ressuyage et de réchauffement associés à une quantité abondante de résidus. Essayer d'alterner les familles cultivées d'une année à l'autre. Pour débuter plus facilement avec le système de semis direct, semer du blé d'automne dans des résidus de soya.
	RÉCOLTE	La saison des récoltes est le bon temps pour penser au semis direct de la prochaine culture. Épandre les résidus sur toute la largeur de la moissoneuse batteuse. Restreindre le compactage et l'ornièrage.
	RÉPRESSION DES MAUVAISES HERBES	Évaluer le problème de mauvaises herbes immédiatement après la récolte. Un traitement peut être nécessaire après la récolte. La synchronisation d'un désherbage chimique total effectué à l'automne ou au temps des semis, dépend du type de mauvaises herbes à combattre. Un programme typique comprend un traitement de désherbage chimique total, de pré-levée et de post-levée. Un traitement de secours peut être nécessaire lorsqu'à cause de la synchronisation ou de la méthode utilisée, le programme de lutte n'a pas réussi.
	SEMIS	Faire les réglages nécessaires pour que le semoir ou planteur puisse effectuer un bon placement des semences et des engrais dans le sol non travaillé. Semer lorsque les résidus sont secs ou cassants. Tous les résidus doivent être morts.
CULTURE SUR BILLONS	PLANIFICATION DU CHAMP	Les sols sableux sont plus faciles à gerer que les argiles ou limons. Les billons devraient être établit en direction perpendiculaires aux drains. Considérer la rotation des cultures.
	PREMIER BILLONNAGE*	Le premier billonnage se fait dans une culture de maïs. Travailler le sol comme à l'habitude. Semer en utilisant le semoir classique. Se procurer un cultivateur de billon. L'installer et le régler pour qu'il forme un billon à crête aplati, d'une hauteur de 15 cm (6"). Procéder au billonnage lorsque le maïs atteint une hauteur de 46 cm (18").
	RÉCOLTE	Régler l'espacement des roues afin de ne pas écraser les billons. Penser à faire circuler les machines dans les mêmes rangs. S'assurer que la distribution des résidus est uniforme lors de la récolte.
	SEMIS SUR BILLONS	La première culture semée directement sur le billon est le soya. Voici la séquence des opérations culturales : désherbage chimique total, semis et traitement herbicide en bande, sarclage, sarclage et billonnage (voir note).
	RÉCOLTE	S'assurer que la distribution des résidus est uniforme. Inspecter les champs pour détecter des problèmes de mauvaises herbes. Hacher les cannes de maïs, si nécessaire.

* REMARQUE : Maïs - billons de 15 cm (6") de hauteur. - Soya - billons de 8 à 10 cm (3 à 4") de hauteur, en autant qu'on puisse recolter les gousses du bas. Ne pas reformer les billons si on cultive du blé après le soya.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

POINTS À CONSIDÉRER

SEMIS DIRECT	CHOIX DU CHAMP	Les sols à texture grossière sont plus propices. Un bon drainage, qu'il soit naturel ou à l'aide de drains, va compenser pour les problèmes potentiels de ressuyage et de réchauffement associés à une quantité abondante de résidus. Essayer d'alterner les familles cultivées d'une année à l'autre. Pour débuter plus facilement avec le système de semis direct, semer du blé d'automne dans des résidus de soya.
	RÉCOLTE	La saison des récoltes est le bon temps pour penser au semis direct de la prochaine culture. Épandre les résidus sur toute la largeur de la moissoneuse batteuse. Restreindre le compactage et l'ornièrage.
	RÉPRESSION DES MAUVAISES HERBES	Évaluer le problème de mauvaises herbes immédiatement après la récolte. Un traitement peut être nécessaire après la récolte. La synchronisation d'un désherbage chimique total effectué à l'automne ou au temps des semis, dépend du type de mauvaises herbes à combattre. Un programme typique comprend un traitement de désherbage chimique total, de pré-levée et de post-levée. Un traitement de secours peut être nécessaire lorsqu'à cause de la synchronisation ou de la méthode utilisée, le programme de lutte n'a pas réussi.
	SEMIS	Faire les réglages nécessaires pour que le semoir ou planteur puisse effectuer un bon placement des semences et des engrais dans le sol non travaillé. Semer lorsque les résidus sont secs ou cassants. Tous les résidus doivent être morts.
CULTURE SUR BILLONS	PLANIFICATION DU CHAMP	Les sols sableux sont plus faciles à gérer que les argiles ou limons. Les billons devraient être établit en direction perpendiculaires aux drains. Considérer la rotation des cultures.
	PREMIER BILLONNAGE*	Le premier billonnage se fait dans une culture de maïs. Travailler le sol comme à l'habitude. Semer en utilisant le semoir classique. Se procurer un cultivateur de billon. L'installer et le régler pour qu'il forme un billon à crête aplati, d'une hauteur de 15 cm (6"). Procéder au billonnage lorsque le maïs atteint une hauteur de 46 cm (18").
	RÉCOLTE	Régler l'espacement des roues afin de ne pas écraser les billons. Penser à faire circuler les machines dans les mêmes rangs. S'assurer que la distribution des résidus est uniforme lors de la récolte.
	SEMIS SUR BILLONS	La première culture semée directement sur le billon est le soya. Voici la séquence des opérations culturales : désherbage chimique total, semis et traitement herbicide en bande, sarclage, sarclage et billonnage (voir note).
	RÉCOLTE	S'assurer que la distribution des résidus est uniforme. Inspecter les champs pour détecter des problèmes de mauvaises herbes. Hacher les cannes de maïs, si nécessaire.

*** REMARQUE: - Maïs - billons de 15 cm (6") de hauteur. - Soya - billons de 8 à 10 cm (3 à 4") de hauteur, en autant qu'on puisse récolter les gousses du bas. Ne pas reformer les billons si on cultive du blé après le soya.**

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

ÉTUDE DE CAS - SEMIS DIRECT

La ferme de l'exemple suivant est située dans le sud-ouest de l'Ontario et on y pratique les grandes cultures. Dans le début des années 1980, elle a connu de graves problèmes d'érosion éolienne et hydrique. Suite à l'adoption du système cultural semis direct en 1982, l'érosion du sol a beaucoup diminué, améliorant sa structure et augmentant les profits.

DESCRIPTION ET HISTORIQUE DE LA FERME

Types de sol - argile lourde, sable, loam limoneux, gravier.

Topographie - ondulée, pas de baissières à la surface.

UTM - 3300

ÉVALUATION DE LA SITUATION EN 1981

- Trop d'érosion en ravins et en rigoles; il a fallu réparer le champ au printemps à l'aide d'un bulldozer.
- L'affaissement de la matière organique a conduit à l'obturation et à l'encroûtement du sol.
- L'exploitant était très inquiet au sujet de l'avenir de la ferme. Il fallait trouver une solution pour arrêter la perte de sol.
- Les travaux aratoires étaient traditionnels sans aucune pratique de conservation.
- La rotation des cultures incluait le maïs et le soya.

OBJECTIFS

- Réduire l'érosion du sol à un niveau acceptable.
- Augmenter la teneur en matières organiques du sol et éliminer le problème d'encroûtement.

MESURES D'AMELIORATION

- Aménagement de structures anti-érosion.
- Rotation incluant des plantes fourragères et céréalières.
- Travail minimal du sol, semis direct.
- Combinaison des pratiques ci-haut mentionnées.

CHOIX DES MESURES

- Le semis direct fut l'un des choix, en raison de la protection qu'il procure au sol tout en apportant des revenus à l'exploitation.
- Le blé fut ajouté au programme de rotation culturale, à cause de sa contribution à l'amélioration de la structure du sol.

PRÉOCCUPATIONS INITIALES

- Les préoccupations initiales étaient les suivantes: lutte contre les mauvaises herbes, gestion des résidus et réglage du semoir pour obtenir un bon recouvrement des semences.

Maïs en semis direct dans des résidus de blé. Cette photo provient de la ferme à l'étude.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

EXÉCUTION DU PLAN D'ACTION

Sources d'information

▸ Districts de conservation de l'Ohio, réseau d'échange entre agriculteurs et chercheurs gouvernementaux.

Modifications de la machinerie

SEMOIR :	1 ière année	▸ Des coutres à coupelles pour semis direct ont été ajoutés sur chaque unité du planteur traditionnel; installation de régulateurs de profondeur oscillants sur les unités (très important sur certains planteurs) et ajout de roues plombeuses en fonte de fer. ▸ De l'eau fut versée dans les réservoirs à engrais liquides afin d'ajouter de la pesanteur pour les semis de soya. ▸ Le même planteur servait à la culture du maïs et du soya.
	3 ième année	▸ Les ouvre-sillon à engrais furent remplacés par des coutres et couteaux.
	4 ième année	▸ En raison de l'augmentation des superficies cultivées et de la variété de types de sol, un nouveau planteur fut acheté pour le maïs, tandis que l'ancien continuait de servirait au soya. ▸ Une barre porte-outil supplémentaire ainsi que deux coutres gaufrés par rangs (de 1" pour le soya et de 2" pour le maïs) avaient été ajoutés dans le but de créer une meilleure bande de semis. Un des coutres gaufrés était muni d'un couteau et avait remplacé les coutres et couteaux à engrais existants, afin d'obtenir un meilleur placement du produit. On avait également ajouté des pesées aux traceurs et renforcé les joints. A l'arrière du semoir, fut installé une rampe de pulvérisation pour les traitements herbicides de pré-levée.
	6 ième année	▸ Le travail des coutres gaufrés ayant éliminé le besoin des roues plombeuses en fonte de fer, on avait donc remis les anciennes roues plombeuses en place. Des réservoirs à engrais liquide furent installés pour appliquer une partie de l'azote.
	7 ième année	▸ Ajout de buses de pulvérisation pour les traitements herbicides en bande.
PULVÉRISATEUR :		▸ Type traîné, muni de traceurs à mousse. ▸ Rampe de pulvérisation à réglage hydraulique - pouvant être levée ou abaissée en mouvement. ▸ Ajout d'une rampe de pulvérisation à l'avant du tracteur à semis pour les traitements localisés contre le chiendent.
CULTIVATEUR POUR CULTURES EN RANG :		▸ Acheté pour permettre les traitements herbicides en bande. ▸ Utilisé uniquement pour le maïs - muni de buses de pulvérisation, le cultivateur peut appliquer les herbicides en bande durant le sarclage, au besoin. ▸ Utilisé également pour les apports d'azote liquide en culture de maïs. ▸ Mise en garde : Le sarclage des rangs peut déranger le couvert de résidus entre les rangs. Lors d'un automne pluvieux, retarder la récolte de quelques jours pour empêcher la formation d'ornières. Il faudra peut-être régler l'espacement des roues de la moissonneuse-batteuse en fonction des rangs.
HUMECTEUR :		▸ Acheté pour utiliser contre l'asclépiade et l'apocyn.

Une rampe de pulvérisateur montée à l'avant du tracteur permet les traitement localisés.

Gestion des éléments nutritifs

Soya - pas d'engrais.

Blé - nitrate d'ammonium épandu à la volée au printemps et le super-phosphate à l'automne.

Maïs - potassium épandu à la volée selon les besoins.

- apport d'azote lors du semis selon une dose active de 60lb/acre - mélange d'azote liquide UAN 28% et de 10-34-0.
- le restant de l'azote apporté lors du sarclage - UAN 28%.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

Rotation des cultures

- Maïs - Soya - Soya - Blé.
- Les champs récoltés de blé et de trèfle demeuraient trop détrempés le printemps suivant. A présent, le trèfle est arrosé avec un herbicide au printemps plutôt qu'à l'automne. Le trèfle en croissance au printemps aide au ressuyage du champ.
- Choix des variétés de soya de taille plus grande et résistantes au mildiou du pied.

Lutte contre les mauvaises herbes

- La présence d'abutilons a beaucoup diminué suite à l'abandon des travaux aratoires qui contribuaient à leur germination. Les graines qui demeurent à la surface ne germent pas aussi facilement.
- Le travail du sol étant minimisé, la propagation des cercles de chardons des champs est maintenant sous contrôle.
- En général, la lutte contre les mauvaises herbes est devenue plus facile.

COMMENTAIRES

Toutes les inquiétudes de départ ont été surmontées.
Dans un premier temps, il n'y avait pas d'autres agriculteurs dans la région qui tentaient la même expérience.
Un réseau d'agriculteurs est important pour le partage des informations et pour le maintien d'un bon moral.
Le semis direct a réduit les coûts d'équipement, de main-d'oeuvre et de carburant à l'acre.

ÉVALUATION DES RÉSULTATS

- Les résidus protègent le sol des vents et de la pluie et, en conséquence, le maintiennent en place.
- Les teneurs en matières organiques ont augmenté.
- Le couvert de résidus a réduit l'encroûtement du sol.

PROBLÈMES À RÉGLER ET PLAN D'ACTION

- Les voies d'écoulement sujettes à des débits d'eau concentrés sont encore victimes d'érosion. L'ensemencement en herbe de ceux-ci va leur apporter une couverture de protection permanente.

[illegible]

La ferme de l'exemple suivant est située dans le sud-ouest de l'Ontario et on y pratique les grandes cultures. Suite à la pratique réussie de la culture sur billons, l'exploitant a décidé d'essayer la culture en bande.

DESCRIPTION ET HISTORIQUE DE LA FERME

Types de sol - loam sableux et loam argileux.
Topographie - de niveau à légèrement ondulée.
UTM - 3250.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

ÉVALUATION DE LA SITUATION EN 1981

- Problèmes causés par les érosions éolienne et hydrique (en nappes et rigoles).
- Structure du sol pauvre, compactage et faibles teneurs en matières organiques.
- Profits faibles.
- Travaux aratoires traditionnels sans aucune pratique de conservation.

OBJECTIFS

- Améliorer les conditions du sol.
- Réduire les coûts et accroître les profits.

MESURES D'AMÉLIORATION

- Déchaumage au chisel, puis par après, culture sur billon.

CHOIX DES MESURES

- Bien que la charrue chisel faisait un travail excellent, le système n'était pas satisfaisant. Il nécessitait trop de temps et impliquait un montant d'argent trop élevé.
- Notre exploitant a fini par adopter la culture sur billons et ne l'a jamais regretté.
- La culture en bande est venue s'ajouter comme un processus naturel, dû au modèle de circulation établi dans les champs.

PRÉOCCUPATIONS INITIALES

- Compactage dans les entre-rangs où la circulation abonde.
- Maintient difficile des billons dans les sols sableux.

EXÉCUTION DU PLAN D'ACTION

Sources d'information

- "More Profit With Less Tillage", par Ernie Behn et réseau d'agriculteurs.

Machinerie

PLANTEUR :	▸ Bâti double semi porté avec des roues porteuses d'appoint. ▸ Eléments semeurs de marque Kinze avec des décapeurs de billons à disque horizontal de marque Hiniker. ▸ Roues en V de marque Hiniker pour maintenir l'alignement du semoir sur le billon.
PULVÉRISATEUR :	▸ Modèle trainé, d'une capacité de 500gallons et avec des rampes de 15, 30 et 45pieds.
CULTIVATEUR :	▸ De marque Hiniker Econo-Till - 6 X 30". ▸ De marque Hiniker 5000 - 6 X 30". ▸ Deux systèmes de commande de direction autoguidée de marque Sukup.
MOISSONNEUSE-BATTEUSE :	▸ De marque Case IH 1660, avec des roues de 24,5 X 32, bec à maïs de 6 X 30", table flexible de 15pieds et bec à soya de 6 X 30" de marque John Deere.

Visite de la ferme à l'étude.

SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL – CULTURE EN SEMIS DIRECT ET SUR BILLONS

Gestion des éléments nutritifs

Soya - pas d'engrais.
Blé - 80 lb de nitrate d'ammonium.
Maïs - 3 gallons de 6-24-6 sur les semences.
- 100 lb de 12,5-0-37,5 apportés en bande sur le billon.
- 150lb d'azote actif apportés en bande sous forme d'ammoniaque anhydre.

Carence en potassium - corrigée par l'apport en bande de potasse.

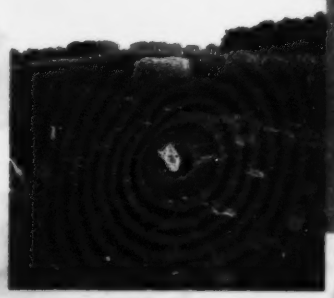
Rotation des cultures

▸ Maïs - Soya - Blé d'automne.
Culture en bandes - Maïs-soya-blé sont semés en bandes alternées de 15pieds.
- Augmentation de la densité de semis du maïs dans les rangs extérieurs.
- Le soya doit résister à la verse.
- Semis direct du blé dans les billons de soya.

▸ Expérimentation en cours avec la vesce velue et le trèfle rouge.
▸ Il est important de choisir des hybrides tolérant au froid.

Répression des mauvaises herbes

▸ Problème au départ avec le pissenlit.
▸ La muhlenbergie cause des problèmes principalement dans la culture du maïs.
▸ Les arbres peuvent également être une nuisance - saule et noyer.



Bandes alternées de maïs-soya-blé.

COMMENTAIRES

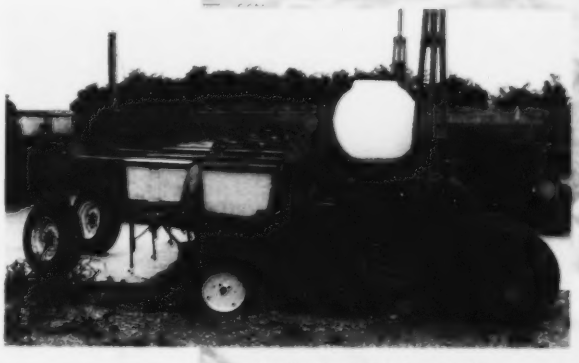
▸ La formation de billons permanents offre la possibilité de pratiquer la culture en bandes.
▸ La circulation est limitée aux entre-rangs.
▸ On peut appliquer les produits chimiques en bande pour en réduire les coûts et l'impact sur l'environnement.
▸ Durant les premières années, on n'a pas subit une baisse de rendement.
▸ Le systéme fonctionne bien sur tous les types de sol.

ÉVALUATION DES RÉSULTATS

▸ L'incorporation des résidus dans les premiers deux pouces de sol a amélioré sa structure.
▸ L'emploi de petits tracteurs a contribué à réduire le compactage.
▸ Les résidus à la surface protègent le sol contre l'érosion.
▸ Les inquiétudes de départ n'avaient pas raison d'être.

AUTRES PROBLÈMES ET PLAN D'ACTION

▸ Certains sols nécessitent une plus grande quantité de matières organiques.
▸ L'emploi possible de compost ou l'ensemencement de cultures de couverture pourraient corriger ce problème.



Le planteur utilisé par la ferme à l'étude.

GUIDE DE DÉPANNAGE

PROBLÈMES	CAUSE	SOLUTION
Bourrage du semoir avec des résidus	• Mauvais écoulement des résidus	• L'espace entre les éléments semeurs, les roues plombeuses, les roues porteuses, etc. devrait être suffisamment grand pour permettre aux résidus de s'écouler librement. Alterner les éléments semeurs du semoir pour améliorer l'écoulement des résidus. **Sd**-Semer à un faible angle par rapport au rangs de l'ancienne culture.
	• Trop de résidus	• **Sd**-Semer à un faible angle par rapport au rangs de l'ancienne culture. **Sd**-Semer entre les rangs de l'ancienne culture. Ramasser la paille des champs de céréales. Épandre les résidus uniformément lors de la récolte. **Ssb**-Hacher les tiges de maïs. Pratiquer la rotation en alternant les cultures à résidus denses avec celles qui en produisent moins, i. e. maïs et soya.
	• Résidus non coupés	• Utiliser un coutre de 43cm (17") à l'avant des éléments semeurs. S'assurer que les coutres sont bien tranchants. Retarder les semis jusqu'à ce que les résidus soient secs. Régler la profondeur des coutres.
Le planteur ne reste pas sur la crête des billons	• Le planteur n'est pas monté correctement	• S'assurer que tous les coutres et décapeurs soient alignés et ajustés pour travailler à la même profondeur. S'assurer que le planteur soit de niveau de l'avant à l'arrière. Ajouter un système de guidage automatique. Ajouter des stabilisateurs de billons.
Profondeur des semences et des engrais insuffisante	• Pénétration insuffisante des coutres	• Ajouter des pesées au bâti du semoir. Régler la profondeur de travail des coutres. Utiliser des coutres plus étroits. Éviter de semer dans des sols trop secs et durs. S'assurer que les coutres sont bien tranchants.
	• Les ouvre-sillons de semence et d'engrais ne sont pas alignés avec les coutres	• **Sd**-Aligner les coutres de travail avec les ouvre-sillons. **Sd**-Un coutre plus large, de type plus agressif peut être nécessaire dans le cas de montages de coutres sur barre porte-outil.
	• Rebondissements des éléments semeurs	• Installer un régulateur de profondeur oscillant. Utiliser un déblayeur de rangs. Accroître la pression vers le bas des éléments semeurs.
	• Pénétration des éléments semeurs insuffisante	• Régler la profondeur de l'élément semeur. Régler la pression exercée par les ressorts sur les éléments semeurs et sur les roues plombeuses. Remplacer les ouvre-sillon de semences. Aligner les coutres de travail avec les ouvre-sillon.

GUIDE DE DÉPANNAGE

PROBLÈMES	CAUSE	SOLUTION
Placement des semences et engrais trop profond	• Coutres réglés pour travailler trop profondément	• Remonter les coutres. Réduire la pression des ressorts.
	• Éléments semeurs trop profonds	• Régler la commande de profondeur sur les unités. Ajouter un régulateur de profondeur aux roues porteuses.
Pauvre recouvrement des semences	• Retassement du sol inadequat	• Accroître la pression vers le bas des roues plombeuses. Remplacer les roues plombeuses par des modèles plus étroits.
	• Soil trop humide	• Attendre que le soit sec. Détruire la végétation plus tôt, résultant en un ressuyage plus rapide. Poser des drains souterrains.
Écoulement inegal des semences (manques)	• Glissement du coutre/roue motrice	• Ajouter des pesées au semoir ou au planteur. Ajouter des liquides aux roues motrices. Changer pour des roues motrices ou coutres plus agressifs.
Contact inadéquat entre la semence et le sol	• Enchevêtrement (la semence est coincée dans un morceau de résidu)	• Enlever une quantité plus grande de résidus du rang. Poser des coutres de travail à l'avant des ouvre-sillon. Aiguiser les coutres. Remplacer les ouvre-sillon à semences usés.
Germination et levée médiocres	• Température du sol fraîche	• Poser des drains souterrains dans les terres qui s'égouttent mal. Retarder les semis jusqu'à ce que le sol se réchauffe. Enlever les résidus du rang de semis. Remettre de la terre dans les rangs. Détruire la végétation en croissance plus hâtivement, c.-a.-d. à l'automne avant qu'elle ne devienne trop dense.
	• Maladie des semences et plantules	• Procéder au traitement des semences. Pratiquer la rotation culturale. Choisir des variétés résistantes aux maladies. Choisir des semences de qualité supérieure.
	• Humidité du sol inadéquate	• Semer dans des résidus morts, détruire les mauvaises herbes ou les cultures de couverture bien avant les semis avec un désherbant chimique total. Détruire le trèfle rouge et la luzerne à l'automne. Semer à une date plus hâtive.

Sd : Spécifique au semis direct. Ssb : Spécifique au semis sur billons.

GUIDE DE DÉPANNAGE

PROBLÈMES	CAUSE	SOLUTION
Pauvre développement des racines	• Compactage du sol	• Éviter de circuler dans les champs lorsqu'ils sont encore humides. Pratiquer la rotation ou semer des plantes couvre-sol qui améliorent la structure du sol.
	• Sols détrempés	• Améliorer le drainage en surface et souterrain.
	• Brulûre due aux engrais	• S'assurer que les doses apportées sont sécuritaires. S'assurer que le produit est sécuritaire. Vérifier si le placement n'est pas trop près de la semence.
Départ de croissance lent et peuplement réduit	• Semis trop profond	• Semer superficiellement dans la couche humide, habituellement de 2,5 à 4cm (1 à 1,5") de profondeur, particulièrement pour le maïs en début de saison.
	•Billons trop déblayés	• **Ssb**-ne dégager que l'épaisseur nécessaire pour atteindre l'humidité, éviter d'exposer à la surface le sol à structure plus pauvre.
	• Carence en éléments nutritifs	• Apporter un engrais de départ pour stimuler une croissance hâtive. Faire analyser le sol pour déterminer les problèmes de fertilité.
	• Sol humide et frais	• Choisir des variétés et hybrides dont les plantules sont vigoureux et tolérants aux rigueurs du froid. Améliorer le drainage.
	• Effets négatifs de la décomposition des résidus	• Éviter de cultiver une plante dans ses propres résidus. Alterner les plantes herbagères et légumineuses.
Carence en éléments nutritifs	• Teneurs en éléments nutritifs faibles	• Procéder à une analyse de sol et fertiliser selon les recommandations.
	• Faible disponibilité des éléments nutritifs	• Apporter le potassium et le phosphore en bande dans le rang.
	• Placement de l'azote inadéquat	• Injecter tout l'azote requis à la culture du maïs sous les résidus.
	• Perte d'azote par dénitrification	• Améliorer le drainage et la structure du sol. Coordonner les applications au stade de développement des cultures.
Désherbage insatisfaisant	• Végétation non détruite avant émergence de la culture	• Utiliser un désherbant chimique total avant la levée des plantes cultivées. Identifier les mauvaises herbes avant d'effectuer les semis. Adopter le désherbage chimique total en fonction des mauvaises herbes présentes.
	• Défaut de reconnaître le changement dans la gamme de mauvaises herbes	• Examiner les mauvaises herbes régulièrement. Choisir le traitement approprié contre les mauvaises herbes rencontrées.
	• Synchronisation des traitements incorrecte	• Traiter aux bons stades de croissance (ne pas oublier qu'en semis direct, les mauvaises herbes lèvent plus tôt).
	• Le sarcleur relance les mauvaises herbes sur le rang	• Remplacer les socs de 5 cm (2 po) avec des pointes de chisel droites lors du premier sarclage. Réduire la vitesse d'avancement.

Sd - Specifique au semis direct. Ssb - Specifique au semis sur billons.

GUIDE DE DÉPANNAGE

PROBLÈMES	CAUSE	SOLUTION
Maladie	• Variétés sensibles	• Choisir des variétés résistantes aux maladies.
	• Rotation culturale inadéquate	• Pratiquer un meilleur programme de rotation. Si le programme inclut des plantes couvre-sol, choisir des espèces qui compromettent le cycle des maladies. • Faire un traitement de semence. • Ne pas semer de blé dans des résidus de maïs.
Pénétration insuffisante du cultivateur	• Poids du cultivateur insuffisant	• Ajouter des pesées et augmenter la pression des ressorts.
	• Angle de travail incorrect	• Poser un bras supérieur à réglage hydraulique sur l'attelage trois points.
	• Socs usés	• Remplacer ou poser des pointes de travail profond.
Le cultivateur forme trop de galettes et rabat le maïs	• Travail trop profond	• Régler les roues qui contrôlent la profondeur.
	• Problèmes de structure du sol	• Faire une rotation de céréales pour améliorer la structure. Lors du premier passage, remplacer les socs de 5cm (2") par des dents de chisel droites. Des pointes de travail profond peuvent aider.
Bourrage avec des résidus	• Résidus trop humides	• Laisser sécher les résidus.
	• Profondeur de travail du cultivateur insuffisante	• Régler les roues de contrôle de profondeur.
	• Distribution des résidus inégale	• Ajouter un épandeur de paille à la moissonneuse-batteuse.
Le cultivateur ne reste pas aligné sur le rang	• Roues de soutien réglés à profondeurs inégales	• Régler toutes les roues à la même profondeur.
Le système de direction ne fonctionne pas correctement	• Les tiges sensorielles repèrent mal les plantules sur le rang	• Utiliser un montage où les deux tiges sensorielles touchent à un plutôt qu'à deux rangs.

Sd - Specifique au semis direct. Ssb - Specifique au semis sur billons.

TRAVAUX DE CONSERVATION

L'évaluation du degré d'érosion d'un champ aide à planifier l'utilisation optimale des terres.

INTRODUCTION

Cette section présente aux agriculteurs des outils qui peuvent les aider à lutter contre l'érosion du sol et à protéger les ressources en eau. Lorsque des particules de sol sont emportées hors du champ ou de la terre, elles entraînent avec elles des éléments nutritifs précieux ainsi que des pesticides et de la matière organique. Les agriculteurs ne peuvent se permettre de subir de telles pertes, ni de s'exposer aux répercussions environnementales d'un tel lessivage ou balayage.

Certaines pratiques de conservation sont coûteuses. Mais il reste qu'il existe des investissements rentables. L'augmentation des rendements et la diminution des coûts de production permettent parfois en aussi peu que deux ou trois ans de compenser les pertes enregistrées à court terme.

La préservation du sol ne se limite pas à une série de pratiques comme celles qui sont décrites ici. Les pratiques visent la suppression prudente des excès d'eau du sol ou offrent une protection contre les vents nuisibles. Toutefois, un bon programme de conservation doit aussi viser un usage judicieux de fertilisants (qu'il s'agisse d'engrais commercial ou de fumier), le respect de règles de sécurité dans la manutention des pesticides, l'amélioration de l'habitat aquatique et faunique et l'entretien des marécages. Les techniques de conservation concourent à protéger la terre et à améliorer son potentiel tout en lui assurant une plus-value.

Il est impossible de recommander à l'ensemble des producteurs de l'Ontario d'adopter une même série de techniques de gestion, car ces dernières doivent être adaptées à chaque terre en culture. De plus, tout programme de conservation doit tenir compte des objectifs que poursuit le producteur.

Législation

Comme tout autre secteur d'activité, l'agriculture est régie par des lois provinciales et fédérales. Un programme de conservation peut être soumis à plusieurs lois existantes dont les suivantes :

Lois provinciales

- Loi sur l'aménagement des lacs et des rivières
- Loi sur les ressources en eau de l'Ontario
- Loi sur la protection de l'environnement
- Loi sur les pesticides
- Loi sur les offices de protection de la nature
- Loi sur les terres publiques
- Loi sur le drainage

TRAVAUX DE CONSERVATION

Lois fédérales (ont priorité sur les lois provinciales)

- Loi sur les pêcheries
- Lois sur la protection des eaux navigables

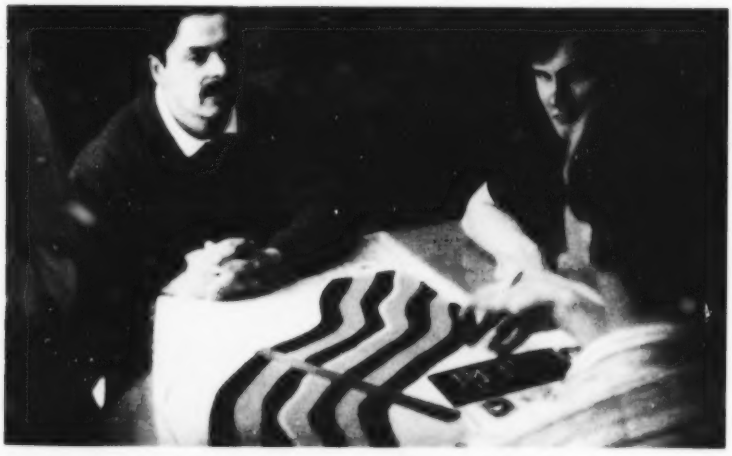
Chaque municipalité possède en outre des règlements qui peuvent s'appliquer aux programmes de conservation. Il appartient à chacun de se renseigner, afin de respecter les exigences des autorités et de lever les permis nécessaires.

Potentiel d'utilisation des terres

La première étape et la plus importante au niveau des techniques de conservation du sol est de respecter le potentiel d'utilisation de la terre. Un programme d'utilisation raisonnable des terres est déterminant pour le succès des différents aspects du système de conservation.

Choisir une utilisation appropriée pour chaque champ revient en partie à déterminer s'il se prête à la culture, au pâturage, à l'agroforesterie ou s'il doit redevenir sauvage ou servir à des activités récréatives.

En agriculture, les terres se divisent en deux grandes catégories, celles qui sont propices à la culture et celles qu'il est préférable d'ensemencer de graminées ou de reboiser. Une terre peut être propice à la culture, sous réserve de traitements particuliers dont la culture suivant les courbes de niveau, la mise en oeuvre de techniques simples de maîtrise des eaux, la rotation des cultures et l'aménagement de structures de conservation. Les terres qui sont impropres à la culture peuvent convenir aux pâturages, à des boisés ou être carrément retirées d'exploitation.



Un programme de conservation des sols devrait prévoir différentes solutions. Au besoin, l'intervention de planificateurs d'expérience peut être utile.

TRAVAUX DE CONSERVATION – PRATIQUES CULTURALES

Ce producteur a choisi le déchaumage au chisel, la culture en rangs isohypses et d'aménager des terrasses pour contrer l'érosion.

Dans le cas des pentes douces et courtes, la culture en rangs isohypses, c'est à dire la culture en rangs suivant les courbes de niveau, de niveau offre une bonne protection contre l'érosion. Labourer et ensemencer les champs perpendiculairement à la pente naturelle crée une série de barrages qui retiennent l'eau le temps qu'elle pénètre dans le sol.

Sur les pentes allant jusqu'à 9% d'inclinaison, à moins d'orages violents, la culture en rangs isohypses permet de réduire l'érosion de moitié.

La culture en rangs isohypses n'exige aucune dépense supplémentaire et peut entraîner des augmentations de rendement de l'ordre de 5 à 10%. Les coûts liés au carburant et à la machinerie se trouvent également réduits par rapport à la culture dans le même sens que la pente.

Commencer à pratiquer la culture en rangs isohypses n'est pas difficile. Il faut toutefois s'attendre, en raison des irrégularités de la pente, à ce qu'il ne soit pas toujours possible de rester de niveau. Lors du tracé, il faut adoucir les courbes près des crêtes et des voies de drainage et équarrir les rangs par rapport aux contours des champs pour éliminer les rangs en pointe.

Ces ajustements devraient maintenir une pente de 0,5 à 1% le long des rangs. On doit prévoir des voies d'eau engazonnées ou des terrasses aux sorties de drainage pour amener les eaux de ruissellement jusqu'au bas de la pente.

Parmi les outils qui facilitent le tracé des courbes de niveau, mentionnons des jauges spécialement conçues (voir l'illustration) ainsi que des niveaux à main et stationnaires.

On ne bénéficie réellement de tous les avantages de la culture en rangs isohypses que si toutes les opérations se font suivant les courbes de niveau.

On attache la jauge de courbe de niveau à la fenêtre latérale d'un camion ou d'un tracteur afin de faciliter le tracé des courbes de niveau. Il suffit de traverser le champ en maintenant la bulle bien centrée.

La culture du maïs et des céréales en bandes alternées isohypses réduit l'érosion jusqu'à 50 % comparativement à une culture dans le sens de la pente. Cette méthode double par ailleurs les limites de longueur de pente indiquées dans le tableau. ▼

La culture en rangs isohypses permet de réduire de moitié les taux d'érosion comparativement à la culture parallèle à la pente. Le passage au semis direct, tel qu'il est illustré ici peut réduire l'érosion jusqu'à 90%.

▲ L'engazonnement des bordures de champ et des tournières constitue un aspect important de la culture suivant les courbes de niveau.

TRAVAUX DE CONSERVATION – PRATIQUES CULTURALES

Voici certaines limites à respecter dans la culture en rangs isohypses :

[redacted]

Sur les pentes plus longues, la culture en rangs isohypses peut être efficace si elle est combinée à des méthodes culturales de conservation du sol, à l'aménagement de terrasses, à la culture en bandes ou à l'aménagement de bandes tampon le long des courbes de niveau.

L'érosion peut être importante là où les tournières sont cultivées dans le sens de la pente. Des bandes engazonnées autour du champ limitent l'érosion et permettent de retourner la machinerie.

Les augmentations de rendement que procure la culture suivant les courbes de niveau devraient largement compenser les coûts de production liés à l'engazonnement des bordures du champ.

[redacted]

La culture en bandes consiste à faire alterner des bandes de cultures semées en rangs avec des bandes de céréales ou de fourrages. Cette pratique allie les avantages que procure la culture en rangs isohypses, du point de vue des économies de sol et de l'humidité, aux avantages qu'offre la rotation des cultures, du point de vue de la constitution des sols.

La culture en bandes se présente sous quatre formes : la culture en bandes isohypses, la culture en bandes en contre-pente, la culture en bandes en contre-pente avec bandes tampon et la culture en bandes contre le vent. Le système à choisir dépend des cultures possibles, du genre d'érosion (éolienne ou hydrique), de la topographie et du sol.

Culture en bandes isohypses

Les cultures sont disposées par bandes perpendiculairement à la pente naturelle du terrain. Dans la nature, les pentes sont rarement parfaitement uniformes. Aussi faut-il faire des compromis au niveau du tracé des contours. Bien que cela soit difficile à imaginer, si les deux extrémités d'une bande sont sur une courbe de niveau, les bandes seront toutes de largeur irrégulière. Il faut dans ces cas songer à alterner les bandes de largeur irrégulière avec une ou plusieurs bandes de largeur régulière.

Il importe de mettre tout le temps et l'attention nécessaires à la planification des rotations si l'on veut s'assurer de bien maîtriser l'érosion. On recommande l'intervention d'un spécialiste pour disposer les bandes suivant les courbes de niveau.

Plusieurs outils peuvent servir à installer des cultures en bandes isohypses. Ils comprennent des niveaux ou des jauges de courbes de niveau et des rubans à mesurer.

INCLINAISON DU TERRAIN ET LONGUEUR DE LA PENTE

INCLINAISON DU TERRAIN (%)	LONGUEUR MAXIMALE DE LA PENTE (MÈTRES)	(PIEDS)
1 à 2	120	(400)
3 à 5	90	(300)
6 à 8	60	(200)

CULTURE EN BANDES

Plusieurs outils peuvent servir à installer des cultures en bandes isohypses. Ils comprennent des niveaux ou des jauges de courbes de niveau et des rubans à mesurer.

TRAVAUX DE CONSERVATION – PRATIQUES CULTURALES

Les bordures de champ engazonnées permettent l'accès à chaque bande, si bien qu'elles font partie intégrante des systèmes de culture en bandes.

Culture en bandes en contre-pente

Il s'agit de la forme la plus courante de la culture en bandes. Ce système maintient des bandes de largeur uniforme perpendiculairement à la pente. Comme la culture en bandes isohypses, ce système réduit l'érosion jusqu'à 75 % par rapport à la culture dans le sens de la pente.

Pour mettre en oeuvre ce type de système, se reporter aux largeurs de bandes recommandées dans le tableau qui suit. On peut modifier ces dimensions pour les adapter à la largeur de l'équipement utilisé, notamment celle des semoirs et des pulvérisateurs. Un nombre pair de passages sur chaque bande permet de commencer et de terminer les opérations à la même extrémité du champ.

	LONGUEUR MAXIMALE DE LA PENTE
MÈTRES	(PIEDS)
240	(800)
180	(600)
120	(400)
75	(240)

Le travail à contre-pente ou la culture en bandes en contre-pente est facile à comprendre et à gérer. Des terrasses ou des voies d'eau engazonnées protègent les zones où s'accumulent les eaux de ruissellement.

Les bordures engazonnées deviennent une partie intégrante de tout système de culture en bandes en contre-pente. Elles permettent à l'équipement d'accéder à chaque bande, ralentissent l'érosion et offrent un habitat pour les animaux sauvages.

Culture en bandes en contre-pente avec bandes tampon

Des bandes d'herbage ou de fourrage disposées en permanence entre des bandes d'égale largeur de cultures qui s'inscrivent dans une rotation régulière contribuent aussi à lutter contre l'érosion.

Des bandes d'herbage d'aussi peu que 4 m (13 pi) de large et ne représentant que 10 % de la surface totale du champ peuvent réduire l'érosion jusqu'à 55 % tout en doublant les limites de longueur de pente aux fins de la culture en contre-pente.

L'emplacement des bandes tampon dépend de la rotation des cultures et de la raideur de la pente. Sur des pentes irrégulières, les bandes d'herbage sont de largeurs différentes afin que les bandes de cultures annuelles soient quant à elles uniformes.

TRAVAUX DE CONSERVATION – PRATIQUES CULTURALES

	LONGUEUR MAXIMALE DE LA PENTE MÈTRES	(PIEDS)
	200	(600)
	100	(300)
	120	(400)
	75	(240)

Culture en bandes contre le vent

Le vent peut être un réel facteur d'érosion, particulièrement sur les terres planes. Pour lutter efficacement contre l'érosion éolienne, il faut aménager des bandes parallèles d'égale largeur, à angle droit par rapport aux vents dominants.

Le tableau qui suit donne des recommandations quant à la largeur des bandes en fonction de la texture du sol. Pour plus d'information consultez le fascicule intitulé "Cultures horticoles".

On protège le tabac des vents par des bandes de céréales.

Les bordures de champ engazonnees permettent l'acces a chaque bande, si bien qu'elles font partie integrante des systemes de culture en bandes.

Culture en bandes en contre-pente

Il s'agit de la forme la plus courante de la culture en bandes. Ce système maintient des bandes de largeur uniforme perpendiculairement à la pente. Comme la culture en bandes isohypses, ce système réduit l'érosion jusqu'à 75 % par rapport à la culture dans le sens de la pente.

Pour mettre en œuvre ce type de système, se reporter aux largeurs de bandes recommandées dans le tableau qui suit. On peut modifier ces dimensions pour les adapter à la largeur de l'équipement utilisé, notamment celle des semoirs et des pulvérisateurs. Un nombre pair de passages sur chaque bande permet de commencer et de terminer les opérations à la même extrémité du champ.

LARGEUR MAXIMALE DES BANDES ISOHYPSES OU EN CONTRE-PENTE ET LONGUEUR MAXIMALE DE LA PENTE

PENTE DU TERRAIN (%)	LARGEUR DE LA BANDE MÈTRES	(PIEDS)	LONGUEUR MAXIMALE DE LA PENTE MÈTRES	(PIEDS)
1 à 2	40	(130)	240	(800)
3 à 5	30	(100)	180	(600)
6 à 8	30	(100)	120	(400)
9 à 12	25	(80)	75	(240)

Le travail à contre-pente ou la culture en bandes en contre-pente est facile à comprendre et à gérer. Des terrasses ou des voies d'eau engazonnées protègent les zones où s'accumulent les eaux de ruissellement.

Les bordures engazonnées deviennent une partie intégrante de tout système de culture en bandes en contre-pente. Elles permettent à l'équipement d'accéder à chaque bande, ralentissent l'érosion et offrent un habitat pour les animaux sauvages.

Culture en bandes en contre-pente avec bandes tampon

Des bandes d'herbage ou de fourrage disposées en permanence entre des bandes d'égale largeur de cultures qui s'inscrivent dans une rotation régulière contribuent aussi à lutter contre l'érosion.

Des bandes d'herbage d'aussi peu que 4 m (13 pi) de large et ne représentant que 10 % de la surface totale du champ peuvent réduire l'érosion jusqu'à 55 %, tout en doublant les limites de longueur de pente aux fins de la culture en contre-pente.

L'emplacement des bandes tampon dépend de la rotation des cultures et de la raideur de la pente. Sur des pentes irrégulières, les bandes d'herbage sont de largeurs différentes alors que les bandes de cultures annuelles soient quant à elles uniformes.

RÉDUCTION DES PERTES DE SOL (OMBRÉ) DANS LA CULTURE EN BANDES EN CONTRE PENTE AVEC BANDES TAMPON

LAND SLOPE (%)	PROPORTION ENHERBÉE DE LA PENTE			LONGUEUR MAXIMALE DE LA PENTE	
	10%	30%	50 %	MÈTRES	(PIEDS)
1 à 2	45	60	70	240	(800)
3 à 5	55	65	75	180	(600)
6 à 8	55	65	75	120	(400)
9 à 12	45	60	70	75	(240)

Culture en bandes contre le vent

Le vent peut être un redoutable facteur d'érosion, particulièrement sur les terres plates. Pour lutter efficacement contre l'érosion éolienne, il faut aménager des bandes parallèles d'égale largeur, à angle droit par rapport aux vents dominants.

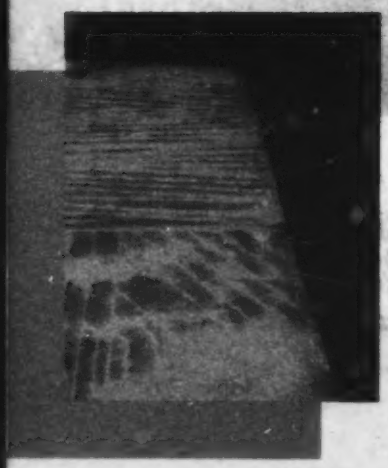
Le tableau qui suit donne des recommandations quant à la largeur des bandes en fonction de la texture du sol. Pour plus d'information consultez le fascicule intitulé « Cultures horticoles ».

On protege le tabac des vents par des bandes de cereales

LARGEUR RECOMMANDÉE DES BANDES CONTRE LE VENT

TEXTURE DU SOL	LARGEUR DE BANDE	
	MÈTRES	(PIEDS)
Sable fin, loam sableux fin, argile	25	(80)
Loam, loam limoneux	80	(260)
Loam argileux, loam limono-argileux	100	(330)

TRAVAUX DE CONSERVATION – STRUCTURES POUR LES TERRES AGRICOLES



Le succès des pratiques de gestion optimales repose souvent sur un bon drainage artificiel.

Drainage souterrain

Toute exploitation agricole doit pouvoir compter sur un bon système de drainage des terres. Dans certains sols, la valeur du drainage souterrain ne fait aucun doute. Il augmente le rendement de la plupart des cultures et améliore l'efficacité de l'ensemble des opérations en supprimant artificiellement les excès d'eau du sol.

Le drainage souterrain est une pratique importante pour la conservation des sols. Il réduit les eaux de ruissellement certaines saisons en assurant une plus grande infiltration de l'eau dans le sol.

Dans le passé, les drains agricoles ne visaient qu'à retirer les excès d'eau du sol. Depuis peu, toutefois, les recherches indiquent que ces drains peuvent aussi servir de système d'approvisionnement en eau ou de système d'irrigation. En contrôlant le débit d'eau dans les drains, on maintient le niveau des eaux souterraines près du fond de la rhizosphère. De bons taux d'humidité dans le sol sont le gage de rendements accrus.

Aux États-Unis, cette méthode fait maintenant partie des pratiques de gestion optimales. Les éléments nutritifs et les produits chimiques sont utilisés plus efficacement par les cultures au lieu d'être relâchés dans les drains agricoles.

Vue aérienne de deux terrasses parallèles à base droite avec puisards. Conçues pour retourner la pente, la terrasse réduit l'érosion jusqu'à 75 % et permet une utilisation plus intensive des cultures.

Terrasses

Les terrasses réduisent l'érosion en maîtrisant et en gérant les eaux de ruissellement. La terrasse est une structure aménagée en travers de la pente qui comprend un chenal supporté en aval par un talus. Les terrasses brisent les longues pentes en une série de pentes plus courtes qui captent les excès d'eau provenant de la surface immédiatement en amont. L'eau est ensuite évacuée sans risques.

Les terrasses sont les ouvrages de conservation les plus coûteux. Toutefois elles permettent de cultiver les terres plus intensément tout en minimisant l'érosion. Des études menées aux États-Unis démontrent que les rendements des cultures sur des terrains ayant été aménagés en terrasses sont de 10 à 15 % plus élevés que sur les terrains soumis à l'érosion et non aménagés en terrasses. Les coûts de construction peuvent être récupérés entièrement en aussi peu que trois ans.

Les terrasses sont un bon investissement, particulièrement si elles sont combinées à d'autres pratiques de conservation comme la culture en rangs isohypses, la culture en bandes alternées et les pratiques culturales de conservation.

Les producteurs peuvent aménager eux-mêmes les terrasses en louant une niveleuse tirée par un tracteur.

TRAVAUX DE CONSERVATION – STRUCTURES POUR LES TERRES AGRICOLES

ESPACEMENT RECOMMANDÉ DES TERRASSES AVEC ET SANS SYSTÈME DE CONSERVATION DU SOL

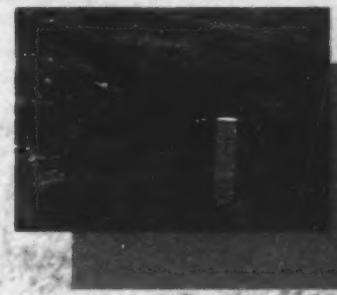
	SANS SYSTÈME DE CONSERVATION DU SOL		AVEC SYSTÈME DE CONSERVATION DU SOL	
	MÈTRES	(PIEDS)	MÈTRES	(PIEDS)
	90	(300)	120	(400)
	75	(250)	110	(350)
	55	(180)	90	(300)
	45	(150)	75	(250)
	35	(120)	60	(200)

L'espacement des terrasses dépend de la raideur de la pente, des risques d'érosion, du type de culture, des pratiques culturales et des précipitations. Il faut aussi tenir compte des dimensions de l'équipement et de la topographie. Lorsqu'on aménage plus d'une terrasse, il faut veiller à ce que les crêtes soient parallèles.

Les exutoires appropriés pour recevoir les eaux recueillies derrière les terrasses comprennent le puisard qui se jette dans les drains agricoles ou la voie d'eau engazonnée. Des pratiques culturales de conservation et la culture en rangs isohypses sont nécessaires au maintien des aménagements en terrasses.

Les terrasses constituent un investissement de taille, mais qui procure plus de latitude à l'agriculteur au niveau de la planification d'un système cultural. Les terrasses doivent être bien aménagées et bien entretenues. L'intervention d'une personne d'expérience est recommandée pour planifier l'aménagement de terrasses.

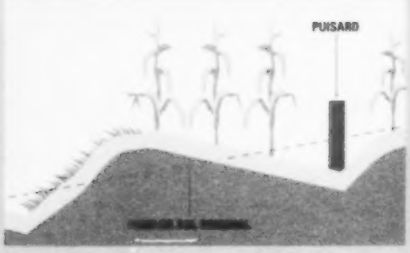
La culture en bandes isohypses, une terrasse à base étroite et le semis direct des cultures éliminent pratiquement l'érosion.



Des puisards bien conçus et bien installés assurent une bonne évacuation de l'eau via les drains.

IL EXISTE TROIS TYPES DE TERRASSES : À BASE LARGE, À PENTE ENGAZONNÉE À L'ARRIÈRE ET À BASE ÉTROITE.

BASE LARGE
La surface totale est cultivée, mais ce type ne convient qu'aux pentes inférieures à 8 %. Il faut prendre soin de ne pas détruire la crête sous l'effet du passage des machines. Les coûts sont deux fois ceux d'une terrasse à base étroite.

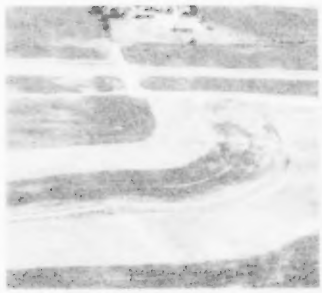


PENTE ENGAZONNÉE À L'ARRIERE
Ce type de terrasse convient à des terrains plus abrupts. La pente à l'arrière est ensemencée d'un couvert végétal permanent.

BASE ÉTROITE
Les pentes à l'avant comme à l'arrière sont abruptes et ensemencées d'une végétation permanente. Avec des bulldozers, les coûts d'aménagement reviennent à moins de 2,25 $ le pied (1991).

ESPACEMENT RECOMMANDÉ DES TERRASSES AVEC ET SANS SYSTÈME DE CONSERVATION DU SOL

PENTE DU TERRAIN (%)	SANS SYSTEME DE CONSERVATION DU SOL METRES	(PIEDS)	AVEC SYSTEME DE CONSERVATION DU SOL METRES	(PIEDS)
0 à 1	90	(300)	120	(400)
2 à 3	75	(250)	110	(350)
4 à 5	55	(180)	90	(300)
6 à 8	45	(150)	75	(250)
9 à 12	35	(120)	60	(200)



La culture en bandes isohypses, une terrasse à base étroite et le semis direct des cultures éliminent pratiquement l'érosion.

Des puisards bien conçus et bien installés assurent une bonne évacuation de l'eau via les drains.

IL EXISTE TROIS TYPES DE TERRASSES : À BASE LARGE, À PENTE ENGAZONNÉE À L'ARRIÈRE ET À BASE ÉTROITE.

BASE LARGE
La surface totale est cultivée, mais ce type ne convient qu'aux pentes inférieures à 8 %. Il faut prendre soin de ne pas détruire la crête sous l'effet du passage des machines. Les coûts sont deux fois ceux d'une terrasse à base étroite.

FOND DE SOL ORIGINAL

PENTE ENGAZONNÉE À L'ARRIÈRE
Ce type de terrasse convient à des terrains plus abrupts. La pente à l'arrière est ensemencée d'un couvert végétal permanent.

BASE ÉTROITE
Les pentes à l'avant comme à l'arrière sont abruptes et ensemencées d'une végétation permanente. Avec des bulldozers, les coûts d'aménagement reviennent à moins de 2,25 $ le pied (1991).

TRAVAUX DE CONSERVATION – STRUCTURES POUR LES TERRES AGRICOLES

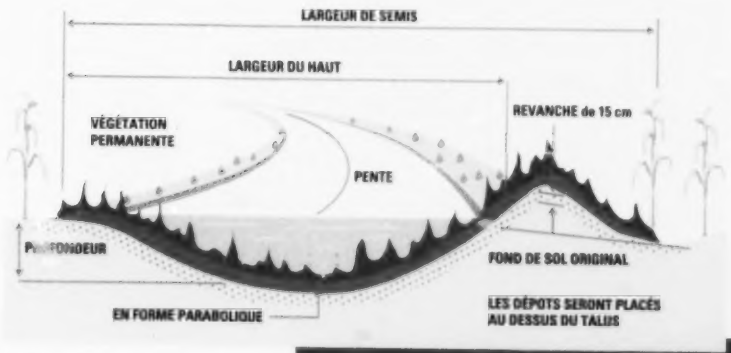
Un bassin de captage vient s'ajouter à d'autres pratiques en maîtrisant l'érosion hydrique là où se concentrent les eaux de ruissellement.

BASSIN DE CAPTAGE

Ces structures sont construites en travers des voies de drainage et fonctionnent un peu sur le principe de petits barrages. Elles interceptent temporairement les concentrations d'eaux de ruissellement et les évacuent dans un drain agricole. Relativement peu coûteuses à installer, ces terrasses viennent compléter un système de conservation du sol sur les terres aux pentes irrégulières et non uniformes.

TERRASSE AVEC FOSSÉ INTERCEPTEUR

Une terrasse avec fossé intercepteur est un chenal supporté par un talus en aval, aménagé en travers de la pente pour intercepter les eaux de ruissellement et les canaliser vers un exutoire. Ce système convient aux terres où l'on ne peut aménager de terrasses soit en raison de la topographie, soit parce que la terre appartient à quelqu'un d'autre. Comme les fossés intercepteur entraînent de grandes quantités d'eau, ils devraient être recouverts de végétation en permanence.



Coupe d'une terrasse avec fossé intercepteur.

Les terrasses avec fossé intercepteur agissent comme des gouttières aux extrémités des versants pour raccourcir les pentes des terres irrégulières. Ce système amène l'eau vers une voie d'eau engazonnée.

TRAVAUX DE CONSERVATION – STRUCTURES POUR LES TERRES AGRICOLES

VOIES D'EAU ENGAZONNÉES

Les voies d'eau engazonnées sont de larges canaux peu profonds comportant un bon couvert végétal qui les protège contre l'érosion. Elles servent d'exutoires aux terrasses, aux terrasses avec fossé intercepteur et aux rangs suivant les courbes de niveau, ou guident les ruissellements provenant d'autres terres agricoles.

L'eau s'accumule souvent dans les dépressions naturelles du champ avant de s'écouler. On retrouve ce phénomène sur presque toutes les terres. Le bon entretien des voies d'eau engazonnées est souvent déterminant du succès d'un programme de conservation des sols. L'équipement moderne traverse les voies d'eau engazonnées sans difficulté.

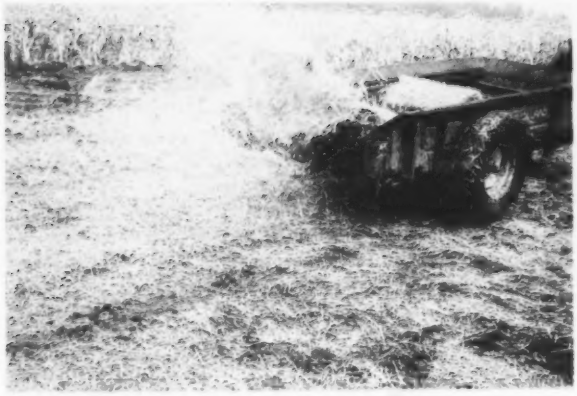
Les voies d'eau engazonnées doivent être suffisamment larges et profondes pour recueillir les eaux de pluie sans être endommagées. Leur forme doit également permettre le passage de la machinerie agricole. Les cultures en rangs doivent toujours être disposés à angle droit par rapport à la voie d'eau engazonnée.

La voie d'eau doit être bien drainée pour stimuler la croissance vigoureuse des graminées et prévenir l'orniérage lorsque la machinerie la traverse. On peut installer des drains agricoles qui la longent d'un côté ou des deux côtés. Un puisard peut être placé en amont de la voie d'eau pour intercepter les eaux de ruissellement de fort débit.

Il faut parfois réduire la dénivellation pour assurer l'entretien de la voie d'eau engazonnée là où les pentes sont fortes. On a le plus souvent recours dans ces cas à une toile géotextile recouverte de roches aux formes irrégulières.

Une structure de contrôle alliant roche et rondins réduit la vitesse et permet de maîtriser l'eau de ruissellement.

Une voie d'eau engazonnée bien aménagée convient bien à la culture suivant les courbes de niveau.



Un bon tapis d'herbage dense doit s'établir rapidement. De la paille aide les graines à germer et protège les semis contre le ruissellement.

En Ontario, on se sert généralement de bulldozers pour aménager les voies d'eau engazonnées. Un aménagement bien conçu peut s'avérer un investissement rentable.

TRAVAUX DE CONSERVATION – STRUCTURES POUR LES COURS D'EAU

STABILISATION DES BERGES DES COURS D'EAU

Tous les agriculteurs de l'Ontario doivent supprimer les excès d'eau des terres agricoles en ayant recours au drainage de surface ou au drainage souterrain. Rares sont les terres qui ne bénéficient pas d'un drainage artificiel. Il suffit pour s'en rendre compte de voir l'ampleur des réseaux de drainage privés et municipaux en Ontario.

On perçoit trop souvent les fossés et cours d'eau des zones rurales comme de simple sorties de drainage des terres agricoles.

Les conséquences des ouvrages de drainage sur l'environnement et les cours d'eau en aval sont malheureusement souvent négligées dans le processus de planification. Or, il importe de tenir compte :

- de l'habitat de la faune; et
- des inondations. Souvent la maintenance ou des modifications mineur suffissent à combler les besoins de drainage. Se reporter au fascicule intitulé «Gestion de l'agroforesterie et de l'habitat» pour plus d'information.

La stabilisation des berges des cours d'eau commence par une bonne gestion des terres riveraines. Il s'agit de minimiser l'érosion en élaborant un bon programme de conservation des sols.

On doit aménager une bande tampon permanente d'au moins 3 m de large (10pi) entre la terre agricole et le cours d'eau. Les bandes tampon contribuent à filtrer les sédiments que contiennent les eaux de ruissellement tout en stabilisant les berges.

La végétation le long des cours d'eau offre un habitat aux animaux et réduit les frais d'entretien. L'augmentation du nombre d'oiseaux vient réduire les populations d'insectes et de ravageurs.

Fossé municipal bien aménagé.

Une plantation d'arbres de cinq ans agrémentée d'arbustes, de graminées et de brousailles le long d'une voie d'eau offre un habitat propice à la faune.

TRAVAUX DE CONSERVATION – STRUCTURES POUR LES COURS D'EAU

Une terrasse avec fossé intercepteur détourne l'eau de ruissellement temporairement vers un étang d'où elle est évacuée lentement dans un émissaire par l'intermédiaire d'un puisard vertical conduisant à un drain souterrain.

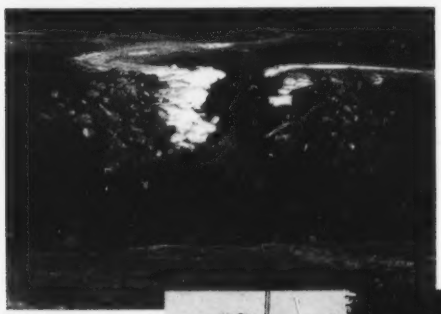
Idéalement, on devrait retrouver dans une bande tampon, une combinaison de prairie, d'arbustes et d'arbres permettant d'accueillir une diversité d'espèces animales. Redresser les contours du champ à proximité des méandres ou aux endroits soumis aux inondations améliore l'efficacité de la gestion.

Il convient de réduire au minimum les points d'entrée des eaux de ruissellement provenant des champs avoisinants. On peut, au besoin, aménager des terrasses avec fossé intercepteur, des terrasses et des voies d'eau engazonnées en prévoyant des déversoirs ou des puisards conçus pour résister à l'érosion.

Le phénomène de lessivage et l'érosion des berges se remarquent dans tous les cours d'eau. Les fossés municipaux, conçus pour capter efficacement les eaux de ruissellement, subissent aussi l'érosion en dépit des précautions qui sont prises, telles que lit de roche ou couvert végétal. Pendant les périodes de faible débit, le chenal a tendance à reprendre le cours du méandre pour être en équilibre avec la nature. Le fait de laisser l'eau suivre son cours naturel permet d'en améliorer l'écoulement et la qualité. Il ne suffit plus alors que d'entretenir le cours d'eau.

Des pierres de bonnes dimensions aux formes irrégulières au-dessus d'une toile géotextile protègent la partie inférieure des berges, tandis que la végétation en portège la partie supérieure.

Les eaux de ruissellements pénètrent dans un drain au moyen d'un déversoir. Des pierres de champ aux formes grossières reposant sur une toile géotextile servent à protéger le déversoir. Des pierres angulaires s'imbriquent les unes dans les autres pour tout maintenir en place.



Un drain intercepteur empêche l'écoulement de l'eau le long des berges, consolidant ainsi les talus.

Une structure de rondins protège les berges et l'habitat des poissons.

L'habitat des poissons et des dispositifs de protection comme par exemple les structures dites «lunker» permettent aussi de stabiliser les berges.

TRAVAUX DE CONSERVATION – STRUCTURES POUR LES COURS D'EAU

Une terrasse avec fossé intercepteur limite le débit d'eau d'un côté de ce cours d'eau pendant l'installation d'une traverse de machinerie.

En ontario, il est interdit d'entreprendre l'aménagement d'un ouvrage dans l'eau ou à proximité d'un cours d'eau sans l'obtention préalable d'un permis du ministère des richesses naturelles de l'ontario.

Il est parfois nécessaire de réparer et de protéger certaines sections des berges aux endroits où elles sont fortement soumises à l'érosion. Les matériaux les plus couramment utilisés comprennent la roche, la végétation, les rondins ou les gabions.

Les eaux souterraines qui suintent le long des berges risquent de causer des effondrements et d'amener des problèmes. L'installation de drains souterrains pour capter ces eaux peut constituer une solution plus économique que certaines techniques de protection en surface.

Les débris, les sédiments et les structures concourent tous à créer un habitat propice à la vie animale. Trop de matériaux amène toutefois des problèmes. Il faut veiller à retirer les arbres déracinés, les excès de sédiments ou les rondins coincés en travers du chenal.

Pour minimiser les dommages causés aux cours d'eau, on recommande :

- d'utiliser les pièces d'équipement les plus petites possibles (scie à chaîne et treuil pour retirer ou repositionner un rondin);
- de travailler d'un seul côté de la voie d'eau;
- d'aménager des bassins de sédimentation en aval de la zone travaillée;
- d'éviter de faire des travaux d'aménagement dans les périodes de frai ou d'incubation des oeufs; et
- d'ériger temporairement des barrages ou des terrasses avec fossé intercepteur pendant les travaux d'aménagement.

Il faut parfois obtenir d'autres autorisations auprès du gouvernement provincial, de divers organismes ou des municipalités. Se reporter à la liste des lois présentée au début de cette section.

CONSÉQUENCES DES MODIFICATIONS APPORTÉES À UN COURS D'EAU

LES MODIFICATIONS LÉGERES APPORTÉES À UN COURS D'EAU :

- **ont tendance à préserver la qualité de l'eau;**
- **diminuent les inondations en aval sans toutefois corriger le problème local;**
- **maintiennent les marécages et le niveau de la nappe phréatique;**
- **créent divers habitats.**

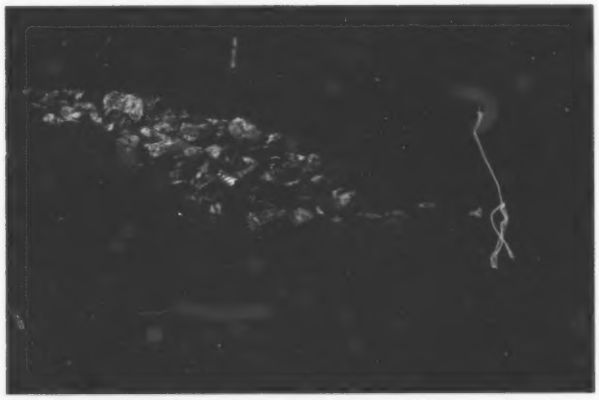
UN COURS D'EAU CANALISÉ :

- **a tendance à provoquer la détérioration de la qualité de l'eau;**
- **soulage localement les problèmes de crue mais peut causer des inondations en aval;**
- **peut drainer les marécages et abaisse le niveau de la nappe phréatique;**
- **constitue un habitat très peu propice à la vie animale et aquatique.**

TRAVAUX DE CONSERVATION – STRUCTURES POUR LES COURS D'EAU

PROTECTION DES SORTIES DE DRAINAGE SOUTERRAIN

Les sorties de drainage souterrain doivent être installées de manière à ne pas entraîner l'obstruction ou l'érosion de l'émissaire.



Sortie de drainage adéquatement installée.

CLÔTURAGE DES RUISSEAUX ET PASSAGES À NIVEAU

On doit interdire aux animaux l'accès aux cours d'eau. Non seulement leurs piétinements provoquent l'érosion des berges, mais leurs excréments causent aussi la détérioration de la qualité de l'eau.

Il existe plusieurs types de clôtures. Les systèmes modernes résistent aux inondations importantes et au mouvement des glaces. Leur installation coûte aussi peu que 1.64 $ le mètre (0.50 $/pi., 1991). Si le bétail n'a pas accès à d'autres sources d'eau, on peut installer divers systèmes d'approvisionnement en eau, comme des pompes à pacage que les animaux actionnent avec le nez, des boîtes de captage ou des pompes à énergie solaire.

Un passage à niveau bien aménagé empêche en tout temps les animaux d'accéder au cours d'eau. Le passage à niveau peut se situer au niveau des berges et être constitué d'un pont ou d'un ponceau, ou prendre la forme d'un passage à gué formé d'une série de ponceaux ou d'un simple tablier rectangulaire en béton. Les clôtures doivent s'étendre au-dessus du passage à niveau pendant la saison de pâturage des animaux.

Cette partie du cours d'eau offre un excellent habitat aux poissons. Il y a aussi peu que huit ans, le bétail avait directement accès à ce cours d'eau et l'avait débarrassé de tout couvert végétal.

TRAVAUX DE CONSERVATION – STRUCTURES POUR LES COURS D'EAU

Une terrasse avec fossé intercepteur limite le débit d'eau d'un côté de ce cours d'eau pendant l'installation d'une traverse de machinerie.

En ontario, il est interdit d'entreprendre l'aménagement d'un ouvrage dans l'eau ou à proximité d'un cours d'eau sans l'obtention préalable d'un permis du ministère des richesses naturelles de l'ontario.

Il est parfois nécessaire de réparer et de protéger certaines sections des berges aux endroits où elles sont fortement soumises à l'érosion. Les matériaux les plus couramment utilisés comprennent la roche, la végétation, les rondins ou les gabions.

Les eaux souterraines qui suintent le long des berges risquent de causer des effondrements et d'amener des problèmes. L'installation de drains souterrains pour capter ces eaux peut constituer une solution plus économique que certaines techniques de protection en surface.

Les débris, les sédiments et les structures concourent tous à créer un habitat propice à la vie animale. Trop de matériaux amène toutefois des problèmes. Il faut veiller à retirer les arbres déracinés, les excès de sédiments ou les rondins coincés en travers du chenal.

Pour minimiser les dommages causés aux cours d'eau, on recommande :

- d'utiliser les pièces d'équipement les plus petites possibles (scie à chaîne et treuil pour retirer ou repositionner un rondin);
- de travailler d'un seul côté de la voie d'eau;
- d'aménager des bassins de sédimentation en aval de la zone travaillée;
- d'éviter de faire des travaux d'aménagement dans les périodes de frai ou d'incubation des oeufs; et
- d'ériger temporairement des barrages ou des terrasses avec fossé intercepteur pendant les travaux d'aménagement.

Il faut parfois obtenir d'autres autorisations auprès du gouvernement provincial, de divers organismes ou des municipalités. Se reporter à la liste des lois présentée au début de cette section.

CONSÉQUENCES DES MODIFICATIONS APPORTÉES À UN COURS D'EAU

LES MODIFICATIONS LÉGERES APPORTÉES À UN COURS D'EAU :

- **ont tendance à préserver la qualité de l'eau;**
- **diminuent les inondations en aval sans toutefois corriger le problème local;**
- **maintiennent les marécages et le niveau de la nappe phréatique;**
- **créent divers habitats.**

UN COURS D'EAU CANALISÉ :

- **a tendance à provoquer la détérioration de la qualité de l'eau;**
- **soulage localement les problèmes de crue mais peut causer des inondations en aval;**
- **peut drainer les marécages et abaisse le niveau de la nappe phréatique;**
- **constitue un habitat très peu propice à la vie animale et aquatique.**

TRAVAUX DE CONSERVATION — STRUCTURES POUR LES COURS D'EAU

PROTECTION DES SORTIES DE DRAINAGE SOUTERRAIN

Les sorties de drainage souterrain doivent être installées de manière à ne pas entraîner l'obstruction ou l'érosion de l'émissaire.

Sortie de drainage adéquatement installée.

CLÔTURAGE DES FOSSÉS ET PASSAGES À NIVEAU

On doit interdire aux animaux l'accès aux cours d'eau. Non seulement leurs piétinements provoquent l'érosion des berges, mais leurs excréments causent aussi la détérioration de la qualité de l'eau.

Il existe plusieurs types de clôtures. Les systèmes modernes résistent aux inondations importantes et au mouvement des glaces. Leur installation coûte aussi peu que 1.64 $ le mètre (0.50 $/pi., 1991). Si le bétail n'a pas accès à d'autres sources d'eau, on peut installer divers systèmes d'approvisionnement en eau, comme des pompes à pacage que les animaux actionnent avec le nez, des boîtes de captage ou des pompes à énergie solaire.

Un passage à niveau bien aménagé empêche en tout temps les animaux d'accéder au cours d'eau. Le passage à niveau peut se situer au niveau des berges et être constitué d'un pont ou d'un ponceau, ou prendre la forme d'un passage à gué formé d'une série de ponceaux ou d'un simple tablier rectangulaire en béton. Les clôtures doivent s'étendre au-dessus du passage à niveau pendant la saison de pâturage des animaux.

Cette partie du cours d'eau offre un excellent habitat aux poissons. Il y a aussi peu que huit ans, le bétail avait directement accès à ce cours d'eau et l'avait débarrassé de tout couvert végétal.

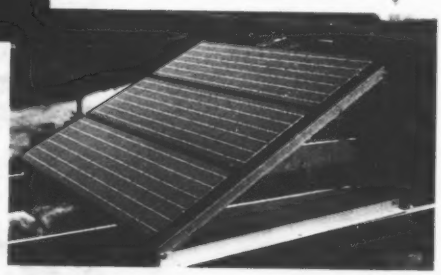
TRAVAUX DE CONSERVATION – STRUCTURES POUR LES COURS D'EAU

TRAVERSES DE MACHINERIE

Les traverses de machinerie peuvent être conçues pour permettre le passage du bétail et peuvent comprendre aussi des traverses submergées.

▲ Les clôtures électriques à haute limite d'élasticité plient sous l'effet de la glace et des débris mais reprennent leur forme originale par la suite.

On peut utiliser des panneaux à énergie solaire pour charger les piles alimentant une pompe et les clôtures électriques afin de maintenir le bétail hors des cours d'eau. ▼



Traverse permettant au bétail d'avoir accès au pâturage des deux côtés du cours d'eau. Lorsque les débits sont normaux, les ponceaux laissent l'eau s'écouler sous le passage à gué et quand les débits sont très élevés, la traverse est submergée sans toutefois être endommagée par l'eau. ▼

Lorsqu'il est rempli de gravier, le système de confinement par grilles plastiques procure une traverse de machinerie relativement peu coûteuse.

On devrait éliminer les mauvaises herbes et les graminées sous les clôtures électriques afin d'éviter les courts-circuits. On peut appliquer des herbicides avec soin à l'automne pour réprimer les graminées.

▲ Un ponceau simple et des clôtures permanentes maintiennent le bétail hors des cours d'eau. Le chenal a rétréci de lui-même, assurant un meilleur habitat pour les poissons.

TRAVAUX DE CONSERVATION – STRUCTURES POUR LES COURS D'EAU

Comme il est mentionné dans l'introduction, les terres agricoles ont avantage à être utilisées selon leur potentiel. Dans bien des cas, les terres ne se prêtent pas à une production agricole intense. Ces terres, normalement qualifiées de marginales ou fragiles, ne devraient servir qu'au pâturage ou être engazonnées ou reboisées.

Les terres marginales comprennent les terres relativement planes qui ne sont pas soumises à une forte érosion, mais qui sont impropres à la culture en raison de leur piètre drainage, de leur pierrosité ou de la faible profondeur de leur sol.

Les terres fragiles comprennent les terrains situés en bordure des ruisseaux, des lacs et des marécages, qui peuvent être soumis à une forte érosion ou à des inondations. Les zones fragiles peuvent aussi comprendre les terres qui sont trop en pente pour être cultivées, ce qui est le cas notamment des pentes supérieures à 15%. Ces zones sont très vulnérables aux érosions hydrique et éolienne et peuvent être endommagées par le travail du sol. Il est préférable d'y laisser paître les animaux ou d'y faire pousser du foin ou des arbres.

Ces terres se prêtent à peu d'utilisations. Il appartient à l'agriculteur de déterminer si l'exploitation de telles terres est rentable. L'usage accru d'engrais, de nouvelles variétés de cultures et certaines pratiques de gestion peuvent maintenir les rendements à court terme, mais avec le temps, le sol devient de moins en moins productif sous l'effet de l'érosion, affectant du coup la rentabilité des opérations. Se reporter au fascicule intitulé «Gestion de l'agroforesterie et de l'habitat» pour connaître les vocations possibles pour ces terres.

Cette pente de 15 % a été retirée d'exploitation et plantée de pin blanc.

Cultiver les terres à proximité des marécages n'est habituellement pas profitable.

Un milieu forestier sain comprend des arbres, des arbustes et des graminées qui assurent un habitat diversifié aux espèces animales. Chacune de ces composantes doit être prise en compte lorsqu'on cesse l'exploitation d'une parcelle de terre.

Les terres fragiles peuvent être trop abruptes pour être cultivées en toute sécurité et sont particulièrement vulnérables à l'érosion.

GUIDE DE DÉPANNAGE

DESCRIPTION DU PROBLÈME	SITUATION	SOLUTIONS
Le flanc d'un coteau long de 183 m (600 pi.) et à pente de 4 % est soumis à une érosion en nappe excessive. La nature du sol et le troupeau empêchent d'adopter pour le moment des méthodes culturales de conservation du sol. On aimerait pratiquer la culture en bandes mais on ne produit pas de fourrage. La rotation comprend le maïs, le blé d'hiver et l'orge semés en travers de la pente.	Bien que les cultures soient disposées à contre-pente, le champ excède la longueur de pente maximale de 91 m (300 pi.) On doit s'attendre à des ruissellements périodiques entraînant une migration importante de particules de sol.	On devrait pratiquer la culture en bandes à 50 % de blé d'hiver ou d'orge et à 50 % de maïs sur les pentes raides et faire l'essai du déchaumage sur une petite superficie.
La voie de drainage naturelle qui traverse les terres reçoit les eaux de ruissellement des terres avoisinantes. La partie basse est engazonnées mais des rigoles se forment sur les côtés et le fond semble plus haut au milieu.	L'érosion excessive du sol en amont et sur les versants a provoqué l'accumulation de sédiments dans la voie d'eau.	Planifier et aménager une voie d'eau engazonnée qui tient compte du débit d'eau, du type de sol et des pentes. Veiller à ce que la voie d'eau soit suffisamment large pour recueillir les débits de pointe correspondant à l'orage le plus fort en dix ans. Ne jamais cultiver ni semer parallèlement à la voie d'eau. Limiter l'érosion des terres qui se drainent vers la voie d'eau (au moins des terres situées sur la propriété) par des pratiques de conservation du sol afin de réduire le mouvement des particules
En dépit d'un système cultural à contre-pente, sans travail du sol, des rigoles se forment encore dans les voies de drainage naturelles.	Quelle que soit la pratique culturale ou le système de conservation employé, les ruissellements finissent toujours par se produire et par causer de l'érosion s'ils ne sont pas maîtrisés.	On peut faire obstacle à l'érosion par une amélioration du drainage souterrain ou l'aménagement d'une voie d'eau engazonnée ou de terrasses (bassins de sédimentation).
Il y a effondrement des berges d'un cours d'eau naturel sur la propriété. On dispose d'une vielle dalle de béton. Peut-on la disposer sur les berges pour résoudre le problème?	L'effondrement des berges peut être causé par l'eau qui coule à une vitesse excessive, par les eaux déversées en amont ou par le suintement de l'eau le long des berges.	Identifier la nature du problème. Soumettre tout ouvrage à l'approbation de l'autorité compétente puisque des lois s'appliquent à tous les projets d'aménagement de cours d'eau ou de fossés municipaux. Le personnel en poste peut proposer des solutions ou recommander des noms de spécialistes. On peut aussi faire approuver une solution-maison. Tout dépend de l'ampleur du problème et de la vulnérabilité du cours d'eau.
Le coin d'un champ en L se termine par une pente abrupte. Des rigoles se forment dans les rangs cultivés dans le sens de la pente. Cette parcelle fait régulièrement l'objet de semis direct de maïs, de soya ou de blé.	L'eau aura toujours tendance à se concentrer et à s'écouler le long des rangs, formant fréquemment des rigoles.	Pourquoi ne pas tenter de rester sur les courbes de niveau en arrondissant l'angle du L. On perdra ainsi un bout de terrain en forme de triangle, d'une superficie sans doute beaucoup moins grande qu'on ne le pense. On peut engazonner ce bout de terrain ou le planter d'arbres. Cette solution améliore à peu de frais le potentiel de la terre.
Malgré l'aménagement de bandes tampon suivant les courbes de niveau sur une pente vulnérable à l'érosion, la partie immédiatement en amont reste mouillée pendant de longues périodes au printemps et après la pluie.	Les bandes tampon sont conçues pour intercepter les eaux de ruissellement et les sédiments qui s'écoulent en amont. Les particules de sol qui sont bloquées dans la bande tampon affectent le potentiel de drainage de cette zone.	Il faudrait peut-être améliorer le drainage au moyen de drains agricoles et retarder si possible les opérations dans cette zone au printemps. La végétation dans la bande tampon doit par ailleurs être capable de résister à des conditions de sol humides.

GUIDE DE DÉPANNAGE

DESCRIPTION DU PROBLÈME	SITUATION	SOLUTIONS
Un fort pourcentage de jeunes plants mis en terre pour servir de brise-vent meurent.	Les causes possibles du faible taux de survie sont la piètre qualité des plants, une mauvaise préparation du sol, la concurrence exercée par les mauvaises herbes, le manque d'humidité ou les ravages causés par les rongeurs.	Manipuler les plants avec beaucoup de soin. Préparer le site une année d'avance en éliminant les mauvaises herbes. Après les plantations, réprimer les mauvaises herbes à l'aide de pulvérisations d'herbicides, par le travail du sol ou une taille manuelle. Lutter contre les rongeurs à l'aide d'appâts ou en enveloppant les troncs d'arbres. Arroser si possible pendant les périodes de sécheresse.
Les mauvaises herbes sont envahissantes et semblent nuire à la croissance des jeunes plants d'arbres.	Les causes possibles sont une mauvaise préparation du sol ou une mauvaise répression des graminées et des mauvaises herbes au moment des plantations.	Recourir à des moyens mécaniques de lutte contre les mauvaises herbes avec emploi de paillage de bois, de papier ou de plastique. Tailler l'herbe et les mauvaises herbes au besoin. Contrôler chimiquement les graminées et les mauvaises herbes à l'aide d'herbicides recommandés. Réduire la concurrence exercée par les mauvaises herbes pendant trois à cinq ans pour maximiser la croissance et la survie des plantations.
Pour installer soi-même un brise-vent, comment déterminer le nombre d'arbres nécessaires.	Tout propriétaire peut acheter des arbres et les planter. Il s'agit de savoir où se procurer l'information sur la préparation du sol, les plantations et l'entretien.	On peut se procurer cette information auprès des ministères ontariens des Richesses naturelles et de l'Agriculture et de l'Alimentation ou auprès de l'Office de protection de la nature de la région. L'espacement des sujets varie selon les essences. Il est : de 7 pi pour l'épinette de Norvège et l'épinette blanche; de 5 pi pour le cèdre blanc et les arbustes sauvages; et de 10 pi pour les essences de bois dur. Prévoir au moins 7 pi entre les rangées d'arbres dans le cas des brise-vent constitués de plus d'une rangée. Rajuster ces données pour tenir compte de l'équipement d'entretien servant à la culture et aux pulvérisations.
On a tenté d'empêcher le bétail d'avoir accès à la rivière qui traverse les zones de pâturage par une clôture permanente, mais chaque année, la clôture est endommagée pendant l'hiver ou le printemps.	De fortes inondations et la glace peuvent endommager certaines clôtures permanentes.	On peut remplacer ces clôtures par des clôtures électriques. Celles-ci sont conçues pour résister aux glaces. Prendre soin toutefois de situer le fil le plus bas à une hauteur suffisante pour éviter les courts-circuits causés par la végétation. Tailler ou pulvériser chimiquement la végétation. Si l'on opte pour un autre type de clôture, celle-ci doit être située à l'extérieur des plaines inondables et loin des glaces potentiellement dommageables.
Les champs sont travaillés à contre-pente et il n'y a aucune érosion apparente sauf dans les tournières. La pente n'est que de 2% et sa longueur est de 400 pieds.	Travailler le champ à contre-pente ne signifie pas qu'on suive nécessairement les courbes de niveau. Les eaux de ruissellement suivent les rangs quand on travaille en travers de la pente générale. Lorsque les eaux de ruissellement atteignent les tournières, elles continuent de descendre en tournant et s'accumulent qu'il y ait une dérayure ou non.	Les contours des champs ayant une pente supérieure à 2% doivent être engazonnés. Si cette solution n'est pas acceptable, on peut tourner les rangs légèrement vers le haut de la pente aux extrémités afin de suivre les courbes de niveau et de diriger l'eau vers le champ. Toutefois, il se peut que cela ne fasse que déplacer le problème.

GUIDE DE DÉPANNAGE

DESCRIPTION DU PROBLÈME	SITUATION	SOLUTIONS
Le flanc d'un coteau long de 183 m (600 pi.) et à pente de 4 % est soumis à une érosion en nappe excessive. La nature du sol et le troupeau empêchent d'adopter pour le moment des méthodes culturales de conservation du sol. On aimerait pratiquer la culture en bandes mais on ne produit pas de fourrage. La rotation comprend le maïs, le blé d'hiver et l'orge semés en travers de la pente.	Bien que les cultures soient disposées à contre-pente, le champ excède la longueur de pente maximale de 91 m (300 pi.) On doit s'attendre à des ruissellements périodiques entraînant une migration importante de particules de sol.	On devrait pratiquer la culture en bandes à 50 % de blé d'hiver ou d'orge et à 50 % de maïs sur les pentes raides et faire l'essai du déchaumage sur une petite superficie.
La voie de drainage naturelle qui traverse les terres reçoit les eaux de ruissellement des terres avoisinantes. La partie basse est engazonnées mais des rigoles se forment sur les côtés et le fond semble plus haut au milieu.	L'érosion excessive du sol en amont et sur les versants a provoqué l'accumulation de sédiments dans la voie d'eau.	Planifier et aménager une voie d'eau engazonnée qui tient compte du débit d'eau, du type de sol et des pentes. Veiller à ce que la voie d'eau soit suffisamment large pour recueillir les débits de pointe correspondant à l'orage le plus fort en dix ans. Ne jamais cultiver ni semer parallèlement à la voie d'eau. Limiter l'érosion des terres qui se drainent vers la voie d'eau (au moins des terres situées sur la propriété) par des pratiques de conservation du sol afin de réduire le mouvement des particules
En dépit d'un système cultural à contre-pente, sans travail du sol, des rigoles se forment encore dans les voies de drainage naturelles.	Quelle que soit la pratique culturale ou le système de conservation employé, les ruissellements finissent toujours par se produire et par causer de l'érosion s'ils ne sont pas maîtrisés.	On peut faire obstacle à l'érosion par une amélioration du drainage souterrain ou l'aménagement d'une voie d'eau engazonnée ou de terrasses (bassins de sédimentation).
Il y a effondrement des berges d'un cours d'eau naturel sur la propriété. On dispose d'une vielle dalle de béton. Peut-on la disposer sur les berges pour résoudre le problème?	L'effondrement des berges peut être causé par l'eau qui coule à une vitesse excessive, par les eaux déversées en amont ou par le suintement de l'eau le long des berges.	Identifier la nature du problème. Soumettre tout ouvrage à l'approbation de l'autorité compétente puisque des lois s'appliquent à tous les projets d'aménagement de cours d'eau ou de fossés municipaux. Le personnel en poste peut proposer des solutions ou recommander des noms de spécialistes. On peut aussi faire approuver une solution-maison. Tout dépend de l'ampleur du problème et de la vulnérabilité du cours d'eau.
Le coin d'un champ en L se termine par une pente abrupte. Des rigoles se forment dans les rangs cultivés dans le sens de la pente. Cette parcelle fait régulièrement l'objet de semis direct de maïs, de soya ou de blé.	L'eau aura toujours tendance à se concentrer et à s'écouler le long des rangs, formant fréquemment des rigoles.	Pourquoi ne pas tenter de rester sur les courbes de niveau en arrondissant l'angle du L. On perdra ainsi un bout de terrain en forme de triangle, d'une superficie sans doute beaucoup moins grande qu'on ne le pense. On peut engazonner ce bout de terrain ou le planter d'arbres. Cette solution améliore à peu de frais le potentiel de la terre.
Malgré l'aménagement de bandes tampon suivant les courbes de niveau sur une pente vulnérable à l'érosion, la partie immédiatement en amont reste mouillée pendant de longues périodes au printemps et après la pluie.	Les bandes tampon sont conçues pour intercepter les eaux de ruissellement et les sédiments qui s'écoulent en amont. Les particules de sol qui sont bloquées dans la bande tampon affectent le potentiel de drainage de cette zone.	Il faudrait peut-être améliorer le drainage au moyen de drains agricoles et retarder si possible les opérations dans cette zone au printemps. La végétation dans la bande tampon doit par ailleurs être capable de résister à des conditions de sol humides.

GUIDE DE DÉPANNAGE

DESCRIPTION DU PROBLÈME	SITUATION	SOLUTIONS
Un fort pourcentage de jeunes plants mis en terre pour servir de brise-vent meurent.	Les causes possibles du faible taux de survie sont la piètre qualité des plants, une mauvaise préparation du sol, la concurrence exercée par les mauvaises herbes, le manque d'humidité ou les ravages causés par les rongeurs.	Manipuler les plants avec beaucoup de soin. Préparer le site une année d'avance en éliminant les mauvaises herbes. Après les plantations, réprimer les mauvaises herbes à l'aide de pulvérisations d'herbicides, par le travail du sol ou une taille manuelle. Lutter contre les rongeurs à l'aide d'appâts ou en enveloppant les troncs d'arbres. Arroser si possible pendant les périodes de sécheresse.
Les mauvaises herbes sont envahissantes et semblent nuire à la croissance des jeunes plants d'arbres.	Les causes possibles sont une mauvaise préparation du sol ou une mauvaise répression des graminées et des mauvaises herbes au moment des plantations.	Recourir à des moyens mécaniques de lutte contre les mauvaises herbes avec emploi de paillage de bois, de papier ou de plastique. Tailler l'herbe et les mauvaises herbes au besoin. Contrôler chimiquement les graminées et les mauvaises herbes à l'aide d'herbicides recommandés. Réduire la concurrence exercée par les mauvaises herbes pendant trois à cinq ans pour maximiser la croissance et la survie des plantations.
Pour installer soi-même un brise-vent, comment déterminer le nombre d'arbres nécessaires.	Tout propriétaire peut acheter des arbres et les planter. Il s'agit de savoir où se procurer l'information sur la préparation du sol, les plantations et l'entretien.	On peut se procurer cette information auprès des ministères ontariens des Richesses naturelles et de l'Agriculture et de l'Alimentation ou auprès de l'Office de protection de la nature de la région. L'espacement des sujets varie selon les essences. Il est : de 7 pi pour l'épinette de Norvège et l'épinette blanche; de 5 pi pour le cèdre blanc et les arbustes sauvages; et de 10 pi pour les essences de bois dur. Prévoir au moins 7 pi entre les rangées d'arbres dans le cas des brise-vent constitués de plus d'une rangée. Rajuster ces données pour tenir compte de l'équipement d'entretien servant à la culture et aux pulvérisations.
On a tenté d'empêcher le bétail d'avoir accès à la rivière qui traverse les zones de pâturage par une clôture permanente, mais chaque année, la clôture est endommagée pendant l'hiver ou le printemps.	De fortes inondations et la glace peuvent endommager certaines clôtures permanentes.	On peut remplacer ces clôtures par des clôtures électriques. Celles-ci sont conçues pour résister aux glaces. Prendre soin toutefois de situer le fil le plus bas à une hauteur suffisante pour éviter les courts-circuits causés par la végétation. Tailler ou pulvériser chimiquement la végétation. Si l'on opte pour un autre type de clôture, celle-ci doit être située à l'extérieur des plaines inondables et loin des glaces potentiellement dommageables.
Les champs sont travaillés à contre-pente et il n'y a aucune érosion apparente sauf dans les tournières. La pente n'est que de 2% et sa longueur est de 400 pieds.	Travailler le champ à contre-pente ne signifie pas qu'on suive nécessairement les courbes de niveau. Les eaux de ruissellement suivent les rangs quand on travaille en travers de la pente générale. Lorsque les eaux de ruissellement atteignent les tournières, elles continuent de descendre en tournant et s'accumulent qu'il y ait une dérayure ou non.	Les contours des champs ayant une pente supérieure à 2% doivent être engazonnés. Si cette solution n'est pas acceptable, on peut tourner les rangs légèrement vers le haut de la pente aux extrémités afin de suivre les courbes de niveau et de diriger l'eau vers le champ. Toutefois, il se peut que cela ne fasse que déplacer le problème.

ÉTUDE DE CAS

Voici un exemple de programme de conservation des sols qu'un propriétaire de Zorra dans le comté d'Oxford est en train de planifier et sur le point de mettre en oeuvre.

Le propriétaire a fait appel pour la première fois au personnel de l'Office de conservation de la nature au début de 1990.

Type d'exploitation :

▸ Élevage de porcs (exploitation de naissage-engraissage)

Superficie de la terre

▸ Parcelle de 200 acres

▸ Superficie cultivable de 185 acres (11 acres de boisés, 6 acres pour les bâtiments, les chemins et les enclos pour chevaux)

Sol

▸ Loam argileux

Drainage

▸ Bon drainage naturel

Système de culture et de travail du sol

▸ Rotation maïs-maïs-petites céréales contre-ensemencés de trèfle rouge

▸ Labour d'automne sur les sols moins soumis à l'érosion et labour de printemps sur les pentes plus raides.

▸ Épandage de fumier sur les cultures de trèfle rouge, sur les champs recouverts de résidus de maïs l'automne et sur les champs recouverts de résidus de maïs le printemps

Topographie

▸ Terrain vallonné à pentes relativement simples

▸ Pentes variant de 3 à 8 % et de longueurs allant de 183 à 320 m (600 à 1050pi)

▸ Emplacement de la terre à moins de 107 m (350 pi) d'un lac

Équipement

▸ Tracteur (100 ch, 4 roues motrices)

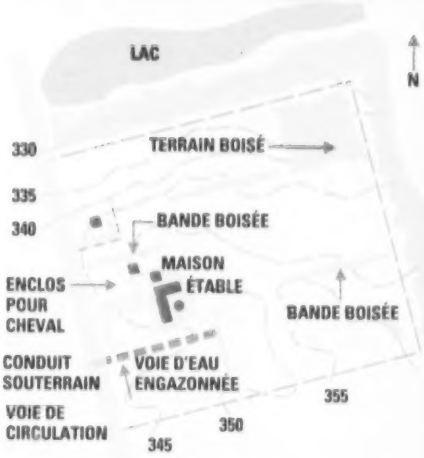
▸ Semoir de maïs (6 rangées à intervalles de 76 cm (30 po)

▸ Pulvérisateur(s) - travail à forfait avec rampe d'arrosage d'une largeur de 18m (60 pi)

Pratiques de conservation du sol

Des pratiques de conservation du sol sont en place :

- ▸ toutes les opérations sont faites en travers de la pente;
- ▸ rotation;
- ▸ enfouissement du trèfle rouge;
- ▸ brise-vent autour des bâtiments;
- ▸ travail du sol au printemps;
- ▸ voie d'eau engazonnée pour protéger la voie de drainage dans la section sud-ouest de la ferme.



Plan sommaire de la ferme montrant les courbes de niveau.

Problèmes de la propriétaire

Le propriétaire est conscient des effets d'une érosion excessive tant sur la ferme qu'à l'extérieur de la ferme.

Sur la ferme

- ▸ Des rigoles sont visibles sur le flanc des trois champs et accumulation légère de sédiments au bas des pentes.
- ▸ Deux champs aux formes irrégulières de moins d'un acre situés sur des pentes raides sont difficiles à gérer.

À l'extérieur de la ferme

- ▸ Effets directs sur le lac au nord de la propriété.

Mise en place d'un plan général de conservation

On suggère généralement d'analyser la situation champ par champ pour évaluer les problèmes d'érosion. Dans le cas présent, la ferme se divise en trois champs qui présentent relativement la même pente et la même longueur de pente. En conséquence, la méthode de conservation choisie sera la même pour chacun des champs.

ÉVALUATION DE LA SITUATION EXISTANTE

L'érosion en ruisselets est visible sur la plupart des terres en pente à la suite de fortes précipitations.

Un examen général indique qu'en dépit de l'érosion (qui peut même dépasser les limites tolérables), la terre conserve son potentiel de production. De bonnes pratiques culturales de conservation du sol peuvent permettre de maintenir la productivité à long terme et possiblement de l'accroître.

La rotation actuelle maïs-maïs-petites céréales (contre-ensemencées de trèfle rouge) sera maintenue. Le propriétaire veut maintenir ses pratiques actuelles de travail du sol mais se dit prêt à envisager d'autres solutions. Les autres pratiques de gestion touchant aux engrais, aux pesticides, au fumier, demeureront inchangées.

OBJECTIFS DE RENDEMENT

Le propriétaire souhaite limiter l'érosion à moins de 3tonnes/acre/année sur toutes ses terres.

AMÉLIORATIONS

On recommande pour le moment un programme de conservation qui vise toutes les terres en culture.

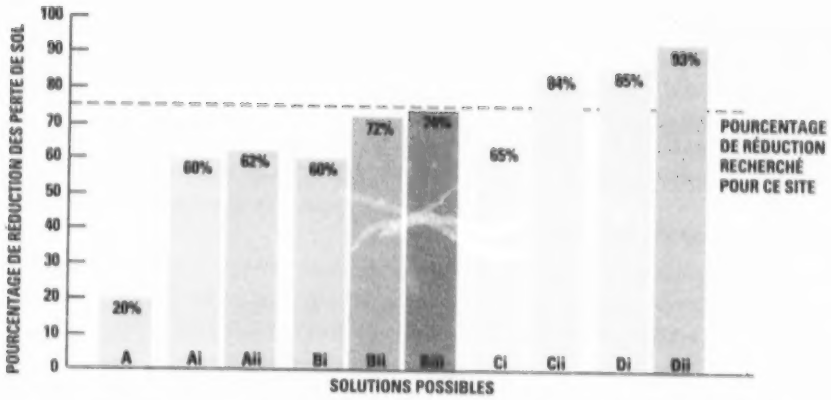
Le programme de gestion doit envisager différentes pratiques culturales de conservation, des systèmes de culture et des structures de conservation ainsi que le retrait des terres.

La planification doit partir du principe qu'aucun changement ne sera apporté à l'équipement. Le propriétaire se dit néanmoins disposé à expérimenter le semis direct de céréales et le déchaumage au chisel au lieu du labour. Le fumier ne serait alors épandu que sur les terres où l'on pratiquerait le déchaumage.

SOLUTIONS POSSIBLES

L'équation universelle de perte de sol a permis d'évaluer un certain nombre de systèmes de conservation du sol.

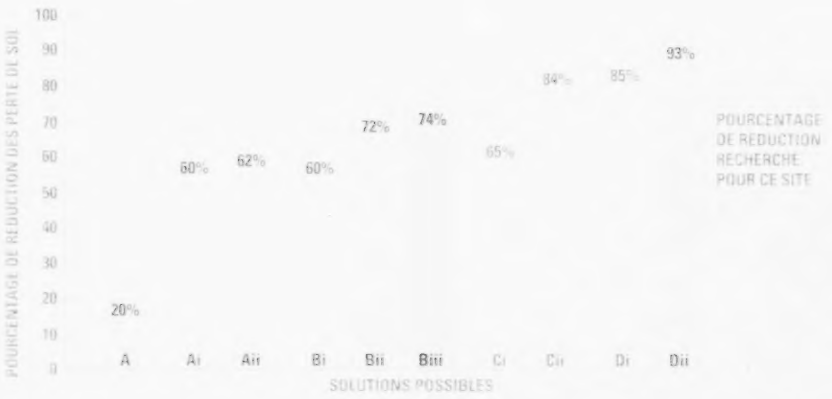
Compte tenu des pratiques existantes, il faudrait réduire de 75 % la perte de sol pour maintenir un niveau tolérable de perte de sol de 3tonnes/acre/année. Les pratiques existantes ayant servi à évaluer les solutions possibles comprennent le labour automnal de tous les champs en travers de la pente ainsi que la rotation maïs-maïs-céréales contre-ensemencés de trèfle rouge.



Le tableau illustre les pratiques de gestion optimales considérées dans le processus de planification et leur efficacité relative dans la lutte contre l'érosion hydrique.

	SOLUTIONS POSSIBLES	RÉDUCTION DE LA PERTE DE SOL (%)
	POSSIBILITÉS DE TRAVAIL DU SOL	
A	Labour de tous les champs qui prolongent	20
Ai	Déchaumage au chisel de tous les champs	60
Aii	Déchaumage au chisel des champs de maïs, semis direct de céréale	62
	Culture en bandes de 37 m (120 pi) du maïs et de céréales	
Bi	Labour de tous les champs à l'automne	60
Bii	Déchaumage au chisel de tous les champs	72
Biii	Déchaumage au chisel des champs de maïs, semis direct de céréale	74
	Aménagement de terrasses espacées de 91 m (300 pi)	
Ci	Labour de tous les champs à l'automne	65
Cii	Déchaumage au chisel de tous les champs	84
	Culture en bandes de 376 m (120 pi) du maïs et de céréales et aménagement de terrasses espacées de 110 m (360 pi)	
Di	Labour de tous les champs à l'automne	85
Dii	Déchaumage au chisel de tous les champs	93

Les recommandations visant les deux parcelles de terrain de forme irrégulière soumises à l'érosion ont été d'y faire pousser du fourrage pour nourrir les chevaux (utilisés à des fins récréatives) ou de cesser de les exploiter activement et de les planter d'arbres.



Le tableau illustre les pratiques de gestion optimales considérées dans le processus de planification et leur efficacité relative dans la lutte contre l'érosion hydrique.

COMPARAISON DES EFFICACITÉS DES PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES

POINT DE RÉFÉRENCE	SOLUTIONS POSSIBLES	RÉDUCTION DE LA PERTE DE SOL (%)
	POSSIBILITÉS DE TRAVAIL DU SOL	
A	Labour de tous les champs qu printemps	20
Ai	Déchaumage au chisel de tous les champs	60
Aii	Déchaumage au chisel des champs de maïs, semis direct de céréales	62
	Culture en bandes de 37 m (120 pi) du maïs et de céréales.	
Bi	Labour de tous les champs à l'automne	60
Bii	Déchaumage au chisel de tous les champs	72
Biii	Déchaumage au chisel des champs de maïs, semis direct de céréales	74
	Aménagement de terrasses espacées de 91 m (300 pi).	
Ci	Labour de tous les champs à l'automne	65
Cii	Déchaumage au chisel de tous les champs	84
	Culture en bandes de 376 m (120 pi) du maïs et de céréales et aménagement de terrasses espacées de 110 m (360 pi).	
Di	Labour de tous les champs à l'automne	85
Dii	Déchaumage au chisel de tous les champs	93

ÉVALUATION ET MISE EN OEUVRE

Un programme de conservation a été mis en oeuvre en 1990 lorsque le propriétaire a communiqué avec l'Office de protection de la nature de la région. Les visites des lieux et l'établissement des relevés topographiques eurent lieu au cours de l'été 1990. Au cours de l'hiver, on fit des plans en tenant compte des solutions proposées ci-dessus. On proposa que la mise en oeuvre s'étale sur quelques années.

Aménagement de terrasses

Trois terrasses à base étroite avec puisard et une terrasse avec fossé intercepteur ont été aménagées en 1991. Afin de faciliter les travaux en août (le meilleur moment pour exécuter des ouvrages de ce genre), on à ensemencé les céréales de printemps aux emplacements proposés pour les terrasses.

Les terrasses visent à limiter la longueur maximale des pentes à 110 m (360pi). Cet espacement respecte les directives suggérées dans le tableau 5 et se prête également à la disposition proposée pour la culture en bandes.

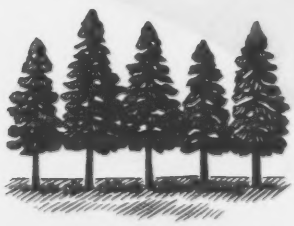
Après étude de l'état du système de drainage souterrain existant, il fut recommandé, par souci d'économie, d'incorporer si possible ce système aux terrasses proposées. On communiqua avec l'installateur original du système de drainage souterrain, qui dressa des cartes indiquant l'emplacement et la dimension des drains souterrains. Étant donné que le système de drainage avait été installé depuis peu, il fut décidé qu'il pouvait s'intégrer facilement aux aménagements proposés et empêcher que l'eau de demeure plus de 24 heures sur les terres.

On étudia deux tracés possibles, l'un allant d'est en ouest, en travers de la pente, l'autre suivant exactement les courbes de niveau. Les deux tracés offraient pratiquement la même réduction de pertes de sol. En raison de préférences au niveau de la gestion, on choisit le tracé offrant des limites de champ parallèles.

En 1991, l'entrepreneur qui avait à l'origine installé les drains souterrains aménagea plus de 1,220 m (4000 pi) de terrasses à l'aide de bulldozers à un coût inférieur à 6.50 $ le mètre (2 $ le pi). Une partie de ce coût fut prise en charge par le Programme de gestion des terres II.

Culture en bandes

Compte tenu d'un espacement des terrasses de 110 m (360 pi), on proposa d'alterner la culture de céréales avec celle du maïs sur trois bandes de 34 m (120 pi). On traça grossièrement les bandes en 1990 et on les ensemença de maïs et de céréales en vue de l'aménagement des terrasses. On ne décida de ne pas pratiquer la culture en bandes partout chaque année, mais plutôt de pratiquer une rotation, selon les impératifs de gestion.



Travail du sol

En 1991, le propriétaire acheta une déchaumeuse afin de l'utiliser, au besoin, à la place de la charrue. Le programme de gestion des terres II finança une partie de cet achat.

Des essais de semis direct seront entrepris en 1992. Une faible superficie sera ensemencée de céréales de printemps ou d'automne afin d'évaluer le potentiel du système. Idéalement, si les pratiques de travail réduit du sol s'avèrent un succès, la culture en bandes pourrait être pratiquée uniquement dans les champs les plus fortement soumis à l'érosion.

Arbres

Le propriétaire a établi une plantation brise-vent autour des bâtiments de la ferme. Il compte aménager des brise-vent et des plantations d'essences de bois dur le long des terrasses. Ces endroits serviront à des sentiers de randonnée pédestre et d'équitation.

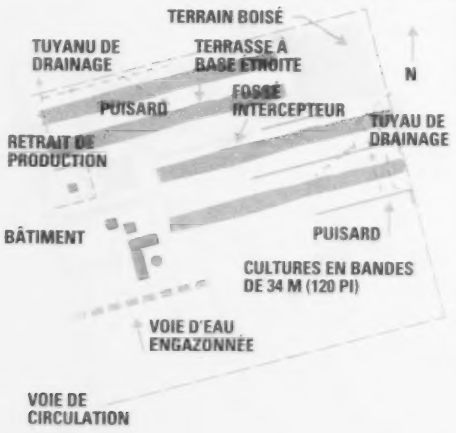
Retrait des terres fragiles

Environ un acre de terre fortement soumis à l'érosion fut retiré de la production et planté d'arbres en vertu du Programme national de conservation des sols. La partie de terre plate adjacente à la terre fragile servira à la production de fourrage. Bien que cette section ne soit pas soumise à l'érosion, sa forme irrégulière et sa faible superficie la prêtent bien à cette solution.

La plantation brise-vent autour de la ferme fut agrémentée de plantations supplémentaires. La gestion fut facilitée par l'équarrissage du champ dans ce secteur.

On peut même constituer une couche arable à l'aide de bons éléments nutritifs, du fumier et d'un système incorporant une rotation et un couvert végétal. Les terrasses serviront à respecter les limites de longueur de pente tout en maintenant la rotation des cultures et de bonnes pratiques de travail du sol. Le processus de planification de la préservation des sols n'est jamais terminé. Le propriétaire peut chercher à améliorer constamment son système afin qu'il réponde mieux à ses objectifs.

On s'attend dans l'ensemble à ce que les niveaux d'érosion se situent en moyenne à moins de 1 tonne/acre/année.



Mise en oeuvre des pratiques de gestion optimales (Plan de conservation pour la ferme).

Remerciements

Cet ouvrage, financé par Agriculture Canada dans le cadre du Projet pour un environnement durable, est géré par la Fédération de l'agriculture de l'Ontario et appuyé par le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario.

Remerciements particuliers à tous ceux qui ont contribué au projet en faisant part de leurs expertises et ressources.

Auteurs et Éditeurs:
Pierre-Yves Gasser - PYG Agricultural Alternatives; Brad Glasman - Office de protection de la rivière Grand; Greg Iler; Don Lobb; Marianne Vanden Heuvel; Lisa Cruickshank, Adam Hayes et Brent Kennedy - Direction de la gestion des ressources, M.A.A.O.; Keith Reid - Direction des productions végétales, MAAO; et Andrew Graham - Direction des programmes, Association pour l'amélioration des sols et des récoltes de l'Ontario.

Coordonnatrice de la rédaction: Cyndy DeGiusti, Continental PIR Communications.

Artiste Graphique: Neglia Design Inc.

Coordonnateur de la traduction: Pierre-Yves Gasser, PYG Agricultural Alternatives.

Photographies, courtoisie de: Les auteurs et Reg Hettinga, Loyal Equipment, Guelph.

Équipe du manuel des pratiques de gestion optimales: Cecil Bradley, Fédération de l'Agriculture de l'Ontario, Lisa Cruikshank, Adam Hayes, Keith Reid, Ted Taylor et Anne Verhallen, MAAO; Andrew Graham, Association pour l'amélioration des sols et des récoltes de l'Ontario.; et Gary Nelson, Agriculture Canada.

STIPULATION D'EXONÉRATION:

Cet ouvrage reflète les opinions des auteurs participants et est fondé sur l'information disponible à la date de la publication. Il se peut que ce premier ne reflète pas les programmes et les politiques des organismes participants. Aucun jugement de valeur n'est posé sur les produits mentionnés aux présentes.

Références et autres ressources

RÉFÉRENCES:

Ontario Soils, O.M.A.F. Publication 492.

Guide de lutte contre les mauvaises herbes. Publication 75, MAAO.

Modern Corn Production. S. R. Aldrich, W.O. Scott and R.G. Hoeft. 1986. A & L Publications. Champaign, IL., U.S.A.

Modern Soybean Production. W.O. Scott and S.R. Aldrich. 1983. S. & A. Publications Inc., Champaign, IL., U.S.A.

Fertilizer Technology and Use. O.P. Engelsted, 1985. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America and Soil Science Society of America, Madison, WI, U.S.A.

Le sol, la terre et les champs. C. Bourguignon, 1989. Éditions Sang de la terre, 30 rue Chaptal, 75009 Paris.

La culture écologique. Y. Gagnon, 1990. Les éditions colloïdales. Saint-Didace, Québec, J0K 2G0.

Les bases de la production végétale. D. Soltner, 1990. Collection sciences et techniques agricoles. Sainte-Gemmes-Sur-Loire, Angers, France.

Fiches techniques du M.A.A.O. sur Les grandes cultures, La gestion des sols et La conservation du sol et de l'eau.

How [illegible]s Your Conservation System Measure Up?

Agriculture Canada, O.S.C.I.A. and O.M.A.F.

Tillage. Fundamentals of Machine Operation. Deere and Company, 1976. Deere and Company, Moine, IL., U.S.A.

Farm Power and Machinery Management. Donnell R. Hunt, 1983. Iowa State University Press, Ames, IO., U.S.A.

Weed Control For Reduced Tillage Systems. B. Glover Triplett Jr., J.R. Abernathy, C.R. Fenster, W. Flinchum, D.L. Linscott, E.L. Robinson, L. Standifer and J.D. Walker; published by Extension Service, USDA, Washington, D.C.

Compatibility of Conservation Tillage and Manure Spreading. E.G. Beauchamp and G. Kachanoski. Department of Land Resource Science, University of Guelph. OAC Publication 1490.

A Good Planter : The Way to Really Reduce Tillage. Roger Springman and Marshal Finner, Conservation Tillage Update #2. Published by the College of Agricultural and Life Sciences, University of Wisconsin-Madison and University of Wisconsin-Extension. 1982.

Selecting and Using Reduced Tillage Equipment. Ron Schuler and Roger Springman. Conservation Tillage Update #8. Published by the College of Agricultural and Life Sciences, University of Wisconsin-Madison and University of Wisconsin-Extension. 1984.

Pratiques culturales de conservation - Modifications d'équipement et conseils pratiques. P.A.M.P.A., M..A.A.O., Ag. Canada.

Minimum Tillage Farming, No-Till Farmer Inc., Brookfield, Wisconsin.

Conservation Tillage. University of Nebraska Cooperative Extension Service. 1989. University of Nebraska-Lincoln.

Alternative Agriculture. National Research Council. 1989. National Academy Press. Washington, D.C.

Gestion des Terres, MAAO (1988).

No-Tillage Farming. H.M. Young, Jr., No-Till Farmer Inc., Brookfield, Wisconsin.

No-Till Farmer, No-Till Farmer Inc., Brookfield, Wisconsin.

Ridge-Till Hotline, No-Till Farmer Inc., Brookfield, Wisconsin.

More Profit With Less Tillage. E.E. Behn, 1982. Des Moines, Iowa.

Cropland Conservation Farm Planning - A Guide to Conservation Techniques and System Selections. Upper Thames River Conservation Authority and Ontario Ministry of Agriculture and Food, London, Ontario. 1990.

Approved Practices in Soil Conservation. D.A. Bosworth, A.B. Foster. The Interstate Printers and Publishers, Inc., Danville, Illinois. 1982.

Conservation On Your Own, Field Handbook and Video. Soil Conservation Service. Iowa. USDA. 1989.

Conservation Farming, Illinois. John Deere and Co. 1980.

Contouring Field Guide. Lester Johnson. Elizabeth, Illinois. 1986.

Les brise-vent à la ferme. Publication 527, MAAO.

Steam Crossing Specifications for Southwestern Region. Ontario Ministry of Natural Resources, 1984.

Environmental Ag. Factsheet 05-1990. Livestock Restriction From Watercourses and Envir Ag Factsheet 066-1990. Livestock Water System Alternatives: Upper Thames River Conservation Authority.

Farming and Maintaining Terraces. United States Department of Agriculture Soil Conservation Service, Leaflet No. 570.

AUTRES RESSOURCES:

Ministère de l'Agriculture et de l'alimentation de l'Ontario - Conseillers en sols et en cultures.

Offices de protection de la nature - Personnel de vulgarisation.

Entrepreneurs certifiés dans la lutte contre l'érosion des sols.

Dr. Eric Beauchamp, Dept. of Land Resource Science, Université de Guelph.

Denis Côté, Service de recherche en sols, Ministère de l'agriculture des pêcheries et de l'alimentation du Quebec, 2700 Einstein, Ste-Foy, Quebec.

Jim Shaw, Collège de technologie agricole de Ridgetown.

Dr. Clarence Swanton, Dept. of Crop Science, Université de Guelph.

Dr. Paul Voroney, Dept. of Land Resource Science, Université de Guelph.